

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-298836

(P2000-298836A)

(43) 公開日 平成12年10月24日 (2000. 10. 24)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
G 1 1 B 7/00	6 3 6	G 1 1 B 7/00	6 3 6 Z 5 D 0 9 0
20/18	5 3 4	20/18	5 3 4 A
	5 5 0		5 5 0 Z
	5 5 2		5 5 2 F
	5 7 2		5 7 2 C

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願平11-106453

(22) 出願日 平成11年4月14日 (1999. 4. 14)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 山口 茂男

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(74) 代理人 100086841

弁理士 脇 篤夫 (外1名)

Fターム(参考) 5D090 AA01 CC01 CC04 CC18 DD03

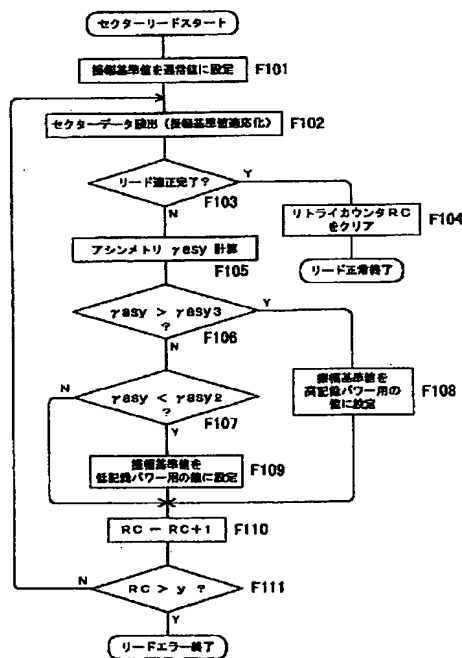
EE11 FF42 HH01 KK02

(54) 【発明の名称】 ドライブ装置

(57) 【要約】

【課題】 再生能力の向上。

【解決手段】 再生エラーの際に、記録レーザパワーの適否に応じて振幅基準値を変更した上で、再生動作のリトライを実行する。これにより、記録レーザパワーが不適切であったことによりリード不能となった場合でも、リトライ時にはリード正常終了に導くことができるようにする。また記録レーザパワーの適否の判別は、ヘッド手段により読み出されたデータ信号波形についてのアシンメトリ値に基づいて行うようにする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 レーザ光照射を行って記録媒体に記録されたデータ信号の読出を行うことのできるヘッド手段と、

前記ヘッド手段により読み出されたデータ信号に対して、ビタビ復号処理及び所要のデコード処理を行い、再生データを得るデコード手段と、

前記ヘッド手段により読み出されたデータ信号から、そのデータ信号が記録された際の記録レーザーパワーの適否を判別する判別手段と、

再生時に、前記ヘッド手段により読み出されたデータ信号に対して、前記デコード手段で適正な再生データが得られなかった際に、そのデータ信号について前記判別手段で記録レーザーパワーが不適であると判別された場合は、前記ビタビ復号処理で用いる振幅基準値を変更して、再生動作のリトライを実行させることのできる制御手段と、

を備えたことを特徴とするドライブ装置。

【請求項2】 前記判別手段は、前記ヘッド手段により読み出されたデータ信号波形についてのアシンメトリ値を算出し、そのアシンメトリ値に基づいて記録レーザーパワーの適否を判別することを特徴とする請求項1に記載のドライブ装置。

【請求項3】 前記判別手段は、算出したアシンメトリ値が所定の範囲内の値であるか否かにより、記録レーザーパワーの適否を判別することを特徴とする請求項2に記載のドライブ装置。

【請求項4】 前記デコード手段には、再生時ににおいて、前記ビタビ復号処理に用いられる振幅基準値を、供給されるデータ信号に対して適応化されるように更新する振幅基準値適応化部が設けられていることを特徴とする請求項1に記載のドライブ装置。

【請求項5】 前記制御手段は、ある領域に対する再生処理後に、続けて次の領域の再生動作を開始する際には、その時点での振幅基準値をそのまま用いてビタビ復号処理を実行させることを特徴とする請求項1に記載のドライブ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は記録媒体に対してデータの再生を行うことのできるドライブ装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】光ディスク、光磁気ディスク等の記録媒体に対して再生動作を行うドライブ装置では、或るセクター（セクターとは記録媒体上のデータ単位）に対するデータ再生動作を行った際に、デコードNGとなる、つまりデータリードが適正にできないことがある。その原因の1つとして記録時のレーザーパワーが不適切であったということがあげられる。

【0003】通常の光ディスクシステムでは、記録レーザーパワーはそのときのメディアや、ドライブ装置の状態や温度に応じて最適なパワーに設定されている。またその最適な記録レーザーパワーを求めるために記録時にキャリブレーションが行われる。しかし実際上は、必ずしも常に最適な記録レーザーパワーで記録が行われるわけではない。例えばキャリブレーションとしては、メディア上のある領域で試し書きを行ってそれを再生し、適正な記録が実行できたか否かで最適な記録レーザーパワーを探すことになるが、そのキャリブレーションを行った領域と、その後実際にデータ記録を行う領域が、記録感度特性が異なるような場合、キャリブレーションで求められた記録レーザーパワーは適切なパワーとはならない。もちろん何らかの原因でキャリブレーションが正しく行われなかったという場合や、キャリブレーションで求められた記録レーザーパワーの設定が正しく行われなかった場合もあり得る。

【0004】また記録時には、記録を行った直後にそのセクターの再生を行い、正しくデータが記録できたか否かをチェックする動作、いわゆるライトアンドベリファイと呼ばれる動作が行われることがある。この場合、そのベリファイ時点で記録レーザーパワーが不適切で良好に記録ができなかったことが検出できれば、ライトリトライ処理として、適切な記録レーザーパワーで記録動作をやり直すことも可能となる。ところが、ライトアンドベリファイ動作は、必ずしも全てのデータセクターに対して実行されるものではない場合もあり、さらにはライトアンドベリファイを実行しないような使用法も多く存在する。

【0005】これらのことから再生時には、再生しようとするデータが、全て適切な記録レーザーパワーで記録されたものであると考えることはできない。従って上記のように、記録レーザーパワーが不適切であったことに起因する再生エラーも発生する。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで、ドライブ装置のリード能力が高ければ、記録レーザーパワーが最適でなくても問題なく再生できることはある。例えば近年ビタビ復号方式が実用化されているが、このビタビ復号方式を採用したドライブ装置は、いわゆるビットバイビット方式を採用したドライブ装置よりもかなりリード能力が高いものとなる。また詳しくは後述するが、ビタビ復号法では振幅基準値を用いて復号を行うものであるところ、この振幅基準値を再生信号に適応化更新させていくビタビ復号方式も開発されており、これによればさらにリード能力は向上したものとなっている。つまりこの場合、記録レーザーパワーが不適切な場合にも、その再生RF信号に対して振幅基準値が適応化されることで、再生可能となる。

【0007】しかしながら、記録レーザーパワーが最適値

から大きく離れているような場合は、振幅基準値の適応化がまにあわず、再生不能となることがある。例えば再生するセクターの先頭付近では、振幅基準値が十分適応化されていないため、振幅基準値が再生RF信号の状態から大きく乖離している状態となっており、このような場合、そのセクターはデコードエラーとなることが多い。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明はこれらの問題点を鑑みて、ビタビ復号を採用したドライブ装置において、記録レーザパワーが不適切な記録データであっても、良好に再生できるようにすることを目的とする。

【0009】このために本発明のドライブ装置は、レーザ光照射を行って記録媒体に記録されたデータ信号の読出を行うことのできるヘッド手段と、ヘッド手段により読み出されたデータ信号に対してビタビ復号処理及び所要のデコード処理を行い、再生データを得るデコード手段と、ヘッド手段により読み出されたデータ信号から、そのデータ信号が記録された際の記録レーザパワーの適否を判別する判別手段と、再生時にデコード手段で適正な再生データが得られなかった際（デコードエラーの際）に、そのデータ信号について判別手段で記録レーザパワーが不適であると判別された場合は、ビタビ復号処理で用いる振幅基準値を変更して再生動作のリトライを実行させることのできる制御手段とを備えるようにする。即ちデコードNGの場合は、再生動作のリトライの移るわけであるが、その際に判別手段で記録レーザパワーの不適と判別された場合は、振幅基準値を変更してからリトライを実行させることで、記録レーザパワーが不適切なデータに対しても再生OKに導くことができるようにする。

【0010】また判別手段は、ヘッド手段により読み出されたデータ信号波形についてのアシンメトリ値を算出し、そのアシンメトリ値に基づいて記録レーザパワーの適否を判別するようにする。例えば算出したアシンメトリ値が所定の範囲内の値であるか否かにより、記録レーザパワーの適否を判別する。再生RF信号のアシンメトリ値と記録レーザパワーには相関関係があるため、アシンメトリ値により、記録時の記録レーザパワーを推定でき、それによってリトライ時に適切な対応（記録レーザパワーに応じた振幅基準値の変更）が可能となる。なお、記録可能なディスクメディアのうち、例えばWORMディスク（ライトワンス型ディスク）としては、レーザ光照射によりディスク上にエンボスビットを形成していく、いわゆる穴開けタイプと呼ばれるものの他、相変化方式でデータ記録を行うもの、さらには合金タイプと呼ばれる、反射率変化によるビットを形成していくものがある。さらには記録可能なディスクメディアとして書換可能なものとしては、磁界ビットを形成する光磁気ディスク（MOディスク）や、DVD-RAM、DVD-

RWなどの相変化方式を用いたディスクがある。これらのうち、合金タイプのWORMディスク以外は、記録レーザパワーと再生されるデータ信号のアシンメトリに相関関係がみられる。従って、それらのディスクに対するドライブ装置では、アシンメトリ値を算出することで、記録レーザパワーが適切であるか否かが判断できる。

【0011】また制御手段は、或る領域（セクター）に対する再生処理後に、次の領域（セクター）の再生動作を開始する際には、その時点での振幅基準値をそのまま用いてビタビ復号処理を実行させるようにする。なお、「次の領域（セクター）」とは、物理的に連続する領域（セクター）とは限らず、次に再生する領域のことである。例えば複数のセクターにかかる一連の記録動作においては、その各セクターは同じ記録レーザパワーで記録されている可能性が高い。そこで、あるセクターにおいて記録レーザパワーが不適切とされて振幅基準値が変更された場合は、次のセクターの再生については、その変更された振幅基準値を用いることで、再生可能となる可能性を高くすることができる。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について説明するが、実施の形態の理解を容易とするために、下記順序のように、まずビタビ復号方法を行う再生系を有するディスクドライブ装置の構成、ビタビ復号方法等について説明し、その後、実施の形態としてのディスクドライブ装置の構成及び動作を説明していく。

1. ビタビ復号方法を行う再生系を有するディスクドライブ装置の説明

1-1 装置構成の概要

1-2 ビタビ復号方法

1-3 ビタビ復号器

2. 実施の形態のディスクドライブ装置

2-1 ディスクドライブ装置の構成

2-2 記録レーザパワーとアシンメトリの関係

2-3 再生時の処理例（I）

2-4 再生時の処理例（II）

2-5 変形例

【0013】1. ビタビ復号方法を行う再生系を有するディスクドライブ装置の説明

1-1 装置構成の概要

まず、ビタビ復号方法を行う再生系を有する典型的なディスクドライブ装置（記録／再生装置）の一例について説明する。図1は、光磁気ディスク又は光ディスクに対して、ビタビ復号方法を行う再生系を有するディスクドライブ装置の一例の構成を示すブロック図である。但しこの図ではサーボ系等は省略してある。

【0014】記録時には、コントローラ2がホストコンピュータ1の指令に従って、記録すべきユーザデータを受取り、情報語としてのユーザデータに基づいてエンコードを行って、符号語としてのRLL（1，7）符号を

生成する。この符号語が記録データとしてレーザパワーコントロール部（以下、LPCと表記する）4に供給される。コントローラ2は、このような処理の他に、後述する復号化処理、および記録、再生、消去等の各モードの制御、並びにホストコンピュータ1との交信等の動作を行う。

【0015】LPC4は、再生時、記録時、消去時のそれぞれにおいて光ピックアップ7からのレーザ出力を実行させるようにレーザ駆動信号（ドライブパルス）を発生させる。このドライブパルスはAPC（Auto Power Control）及びドライブ部（以下APC）10に供給され、このAPC10によってドライブパルスに応じた電流がレーザダイオードに印加されることで、光ピックアップ7内のレーザダイオードからのレーザ出力が行われる。またAPC10は、レーザレベルを所定値に保つようにフィードバック制御を行っている。

【0016】このようにLPC4、APC10が、供給された記録データに対応して、光ピックアップ7のレーザパワーを制御して、スピンドルモータ9により回転されているディスク6上にビット列を形成することにより、記録が行なわれる。例えば書換可能型光磁気ディスク（MOディスク）に対応するドライブ装置の場合は、ディスク6上に磁気極性を有するビット列を形成することになる。この場合、磁気ヘッド5がディスク6にバイアス磁界を付与する。また、追記型ディスク（WORMディスク）であって、いわゆるアブラティブタイプ（穴開け型）のディスクに対応するドライブ装置の場合は、レーザ光によりエンボスビット列が形成される。また追記型ディスク（WORMディスク）であって、いわゆる合金タイプのディスクに対応するドライブ装置の場合は、レーザ光によりディスク記録面の反射率変化を生じさせることによるビット列が形成される。さらに相変化方式のディスクに対応するドライブ装置の場合は、レーザ光により相変化ビット列が形成される。

【0017】なおビット列としては、記録データに基づいて後述するように生成されるブリコード出力に従って、後述するようなマークエッジ記録が行われる。形成される各ビットを、記録データに基づいて後述するようにして生成されるブリコード出力中の各ビットに対応させる方法について、図2を参照して説明する。ブリコード出力中の、例えば'1'に対してビットを形成し、'0'に対してビットを形成しない記録方法をマーク位置記録方法と称する。一方、各ビットのエッジによって表現される、ブリコード出力中の各ビットの境界における極性の反転を、例えば'1'に対応させる記録方法をマークエッジ記録方法と称する。再生時には、再生信号中の各ビットの境界は、後述するようにして生成されるリードクロックDCKに従って認識される。

【0018】図1の再生系の構成および動作は次のようになる。光ピックアップ7は、スピンドルモータ9によ

って回転されているディスク6にレーザ光を照射し、それによって生じる反射光を受光して、反射光情報を生成する。なお詳述は避けるが、反射光情報としては、再生データに相当する再生RF信号以外に、フォーカスエラー信号ならびにトラッキングエラー信号などがある。また再生RF信号としても、例えば光磁気ディスクなど、ディスク上のセクタフォーマットにおいて、エンボスビットが形成される部分と、光磁気的にビット列が記録される部分が存在する場合は、いわゆる和信号、差信号の2種類があり、セクター内のエリアに応じて切り換え処理される。

【0019】RF信号は、アンプ8によってゲイン調整等がなされた後にフィルタ部11に供給される。フィルタ部11は、ノイズカットを行うローパスフィルタおよび波形等化を行う波形等化器から構成される。後述するように、この際の波形等化処理において用いられる波形等化特性は、ビタビ復号器13が行うビタビ復号方法に適合するものとされる。フィルタ部11の出力が供給されるA/D変換器12は、後述するようにして供給されるリードクロックDCKに従って再生信号値 $z[k]$ をサンプリングする。

【0020】ビタビ復号器13は、再生信号値 $z[k]$ に基づいて、ビタビ復号方法によって復号データを生成する。かかる復号データは、上述したようにして記録される記録データに対する最尤復号系列である。従って、復号エラーが無い場合には、復号データは、記録データと一致する。このビタビ復号器13には、ブランチメトリックブロック（BMC）132、アッドコンベアセレクトブロック（ACS）133、ステータスメモリユニット（SMU）134、マージブロック135が設けられる。これらについては後述する。また、ビタビ復号器13には、シフトレジスタ131、振幅基準値適応化部（RAA）136も設けられる。そしてA/D変換器12の出力はシフトレジスタ15にも供給され、このシフトレジスタ131によって所定の遅延時間が与えられた後に振幅基準値適応化部（RAA）136に供給される。これらの動作についても後述する。

【0021】ビタビ復号器13によって得られる復号データは、コントローラ2に供給される。上述したように、記録データは、ユーザデータからチャンネル符号化等の符号化によって生成された符号語である。従って、復号エラーレートが充分低ければ、復号データは、符号語としての記録データとみなすことができる。コントローラ2は、復号データに、上述のチャンネル符号化等の符号化に対応する復号化処理を施すことにより、ユーザデータ等を再生する。

【0022】また、フィルタ部11の出力は、PLL部14にも供給される。PLL部14は、供給された信号に基づいて、リードクロックDCKを生成する。このPLL部14は、例えば光磁気ディスク6中に記録される

一定周波数の信号を利用して位相エラーを検出する構成とされている。リードクロックDCKは、コントローラ2、A/D変換器12、ピタビ復号器13等に供給される。コントローラ2、A/D変換器12、ピタビ復号器13の動作は、リードクロックDCKに従うタイミングでなされる。

【0023】1-2 ピタビ復号方法

以下、ピタビ復号器13によって行われるピタビ復号方法について説明する。上述したように、ユーザデータは、様々な符号化方法によって記録データとしての符号語に変換される。符号化方法は、記録媒体の性質および記録/再生方法等に応じて適切なものが採用される。図1に示したディスクドライブ装置においては、ブロック符号化において、“1”と“1”の間の“0”の数を制限するRLL (Run Length Limited) 符号化方法が用いられている。このようなRLL符号化方法と、上述したマークエッジ記録方法との組み合わせによって記録されたデータから再生される再生信号を復号するために、ピタビ復号方法を用いることができる。

【0024】このようなRLL符号化方法は、記録密度の向上、および再生動作の安定性の確保という2つの観点から、符号化方法に要求される条件に対応できるものである。まず、上述したように、マークエッジ記録方法は、記録データに基づいて後述するように生成されるブリコード出力における“1”を各ビットのエッジによって表現される極性の反転に対応させるものなので、“1”と“1”の間の“0”の数を多くする程、各ビット1個あたりに記録されるビット数を多くすることができる。したがって、記録密度を大きくすることができる。

【0025】一方、再生系の動作タイミングを合わせるために必要な再生クロックDCKは、上述したように、再生信号に基づいてPLL部14によって生成される。このため、記録データにおいて“1”と“1”の間の“0”の数を多くすると、再生動作の際にPLL部14の動作が不安定となるので、再生動作全体が不安定なもの*

$$b[k] = \text{mod } 2 \{a[k] + b[k-1]\} \cdots (1)$$

このようなブリコード出力 $b[k]$ が実際にディスク6に記録される。

【0030】このような記録データの再生時にフィルタ部11中の波形等化器によってなされる波形等化特性 $PR(1, 2, 1)$ での波形等化処理について説明する。但し、以下の説明においては、信号の振幅を規格化せずに、波形等化特性を $PR(B, 2A, B)$ とする。また、ノイズを考慮しない場合の再生信号の値を $c[k]$ と表記する。さらに、ノイズを含む実際の再生信号(すなわち、ディスク6から再生された再生信号)を $z[k]$ と表記する。

【0031】 $PR(B, 2A, B)$ は、ある時点 k にお※

$$c[k] = B \times b(k-2) + 2A \times b(k-1) + B \times b[k] - A - B \cdots (2)$$

【0033】したがって、ノイズを考慮しない場合の再

*となる。

【0026】これら2つの条件を考慮すると、“1”と“1”の間の“0”の数は、多過ぎたり、少な過ぎたりしない、適切な範囲内に設定される必要がある。このような、記録データ中の“0”の数の設定に関して、RLL符号化方法が有効となる。

【0027】ところで、図3に示すように、上述したRLL(1, 7)符号化方法とマークエッジ記録方法の組み合わせにおいては、記録データに基づいて生成されるブリコード出力中の“1”と“1”の間に最低1個の“0”が含まれるので、最小反転幅(RLmin)が2となる。このような、最小反転幅が2となる符号化方法が用いられる場合に、符号間干渉およびノイズ等の影響を受けている再生信号から記録データを復号する方法として、後述するように、4値4状態(6値4状態)ピタビ復号方法を適用することができる。

【0028】上述したように、再生信号には、フィルタ部11によって波形等化処理が施される。ピタビ復号方法の前段として行われるこのような波形等化処理には、符号間干渉を積極的に利用するパーシャルレスポンス方法が用いられる。この際に用いられる波形等化特性は、一般に $(1+D)^n$ で表されるパーシャルレスポンス特性の内から、記録/再生系の線記録密度およびMTF (Modulation Transfer Function)を考慮して決められる。上述したRLL(1, 7)符号化方法とマークエッジ記録方法の組み合わせによって記録されたデータに対して、 $PR(1, 2, 1)$ を用いる波形等化処理は、4値4状態ピタビ復号方法の前段となる。

【0029】図3のように、マークエッジ記録方法においては、光磁気ディスク等に対する実際の記録に先立って、上述のRLL符号化等によって符号化された記録データに基づくブリコードが行われる。各時点 k における記録データ列を $a[k]$ 、これに基づくブリコード出方を $b[k]$ とすると、ブリコードは、以下のように行われる。

※ける再生信号の値に対して、時点 k における振幅の寄与が振幅値の $2A$ 倍とされ、さらに前後の時点 $k-1$ および $k+1$ における振幅の寄与が各々の時点での信号の振幅の B 倍とされるものである。したがって、再生信号の値の最大値は、時点 $k-1$ 、 k 、 $k+1$ において何れもパルスが検出される場合である。このような場合には、再生信号の値の最大値は、以下ようになる。

$$【0032】B + 2A + B = 2A + 2B$$

また、再生信号の値の最少値は0となる。但し、実際の取り扱いにおいては、 $c[k]$ として、DC成分の $A+B$ を差し引いた以下のようなものが用いられる。

生信号 $c[k]$ は、 $A+B$ 、 A 、 $-A$ 、 $-A-B$ の内の何

れかの値をとることになる。一般に、再生信号の性質を示す方法のひとつとして、例えば5個の時点単位として、再生信号を多数重ね合わせたものをアイパターンと称する。この発明を適用することができる記録再生装置において、PR(B, 2A, B)の下で波形等化処理された実際の再生信号 $z[k]$ についてのアイパターンの一例を図4に示す。図4から各時点における再生信号 $z[k]$ の値は、ノイズによるばらつきを有するが、ほぼ、 $A+B$, A , $-A$, $-A-B$ の内の何れかになることが確認できる。後述するように、 $A+B$, A , $-A$, $-A-B$ の値は、識別点として用いられる。

【0034】上述したような波形等化処理が施された再生信号を復号するビタビ復号方法の概略は、ステップ①乃至ステップ③に示すようにされる。

ステップ①・・・符号化方法および記録媒体に対する記録方法に基づいて、生じ得る全ての状態を特定する。

ステップ②・・・ある時点における各状態を起点として、次の時点において生じ得る全ての状態遷移と、各状態遷移が生じるときの記録データ $a[k]$ および再生信号の値 $c[k]$ を特定する。なお、ステップ①および②の結果として特定された全ての状態および状態遷移と、各状態遷移が生じるときの{記録データの値 $a[k]$ /再生信号の値 $c[k]$ }を模式的に示すと後で説明する図6に示すような状態遷移図となる。そして、この状態遷移図に基づく復号動作を行うように、ビタビ復号器13が構成される。

【0035】ステップ③・・・ステップ①、②に示す状態遷移を前提として、記録媒体から各時点 k において再生される再生信号 $z[k]$ に基づく最尤な状態遷移が選択*

$$a[k]=1, a[k-1]=1, a[k-2]=1 \dots (3)$$

$$a[k]=1, a[k-1]=1, a[k-2]=0 \dots (4)$$

$$a[k]=0, a[k-1]=1, a[k-2]=1 \dots (5)$$

記録データ列に課されるこのような条件に基づいて、上述の(1)式にしたがって $b[k]$ について課される条件について検討すると、上記 S_{nm1} の定義において、 S_{010} および S_{101} の2個の状態は生じ得ないことがわかる。したがって、生じ得る状態は、 $2^3-2=6$ 個である。

【0038】次に、ステップ②について説明する。ある時点 j における状態を起点として、次の時点 $j+1$ にお

$$a[j]=0, a[j-1]=0, a[j-2]=1 \dots (6)$$

$$a[j]=0, a[j-1]=0, a[j-2]=0 \dots (7)$$

【0040】・・・ $a[j+1]=1$ のとき
このとき、(1)式にしたがって、 $b[j+1]$ は、以下のよう計算される。

$$\begin{aligned} b[j+1] &= \text{mod } 2 \{a[j+1]+b[j]\} \\ &= \text{mod } 2 \{1+0\} \\ &= 1 \dots (8) \end{aligned}$$

したがって、再生信号 $c[j]$ の値は、上述の(2)式にし★

$$c[j+1] = \{B \times b[j+1] + 2A \times b[j] + B \times b[j-1] - A - B$$

*される。但し、上述したように、再生信号 $z[k]$ は、ビタビ復号器13に供給される前段において波形等化されたものである。このような最尤な状態遷移の選択が行われる毎に、選択された状態遷移に対応して、記録データ $a[k]$ の値を復号値とすることによって、記録データに対する最尤復号値系列としての復号データ $a'[k]$ を得ることができる。もしくは選択された状態遷移そのものを表現する状態データ値を得ることができる。図1の例では、SMU134によって状態データ値 $sm[k+n]$ の系列の状態データを得るようにしている。

【0036】以下、上述のステップ①～③について説明する。まずステップ①について詳しく説明する。ここで用いられる状態として、ある時点 k における状態を、時点 k およびそれ以前のプリコード出力を用いて次のように定義する。すなわち、 $n=b[k]$, $m=b[k-1]$, $l=b[k-2]$ のときの状態を S_{nm1} と定義する。このような定義によって、 $2^3=8$ 個の状態があると考えられるが、上述したように、実際に生じ得る状態は、符号化方法等に基づいて制限される。RL(1, 7)符号として符号化された記録データ列 $a[k]$ においては、“1”と“1”の間に最低1個の“0”が含まれるので、2個以上の“1”が連続することがない。記録データ列 $a[k]$ に課されるこのような条件に基づいてプリコード出力 $b[k]$ について一定の条件が課され、その結果として生じ得る状態に制限が加えられる。

【0037】このような制限について具体的には次のようになる。上述したようにRL(1, 7)符号化によって生成される記録データ列中に、2個以上の“1”が連続するもの、すなわち以下のパターンはあり得ない。

※いて生じ得る状態を求めるためには、時点 $j+1$ における記録データの値 $a[j+1]$ が1となる場合、または0となる場合に分けて調べる必要がある。

【0039】ここでは、状態 S_{000} を例として説明する。上述の(1)式にしたがって、 S_{000} すなわち $n=b[j]=0$, $m=b[j-1]=0$, $l=b[j-2]=0$ とプリコードされる記録データとしては、以下の2個が

考えられる。

★たがって、次のように計算される。

【0041】

$$= \{B \times 1 + 2A \times 0 + B \times 0\} - A - B \\ = -A \quad \dots (9)$$

【0042】また、次の時点 $j+1$ での状態 $S_{nm}l$ については、 $n=b[j+1]$ 、 $m=b[j]$ 、 $l=b[j-1]$ である。そして、上述したように $b[j+1]=1$ 、 $b[j]=0$ 、 $b[j-1]=0$ となるので、次の時点、 $j+1$ における状態は、 $S100$ である。したがって、 $a[j+1]=1$ の場合には、 $S000 \rightarrow S100$ という遷移が生じることが特定できる。

【0043】 $\dots a[j+1]=0$ のとき 10
このとき、(1)式にしたがって、 $b[j+1]$ は、以下の*

$$c[j+1] = \{B \times b[j+1] + 2A \times b[j] + B \times b[j-1]\} - A - B \\ = \{B \times 0 + 2A \times 0 + B \times 0\} - A - B \\ = -A - B \quad \dots (11)$$

【0045】また、次の時点 $j+1$ における状態 $S_{nm}l$ については、 $n=b[j+1]$ 、 $m=b[j]$ 、 $l=b[j-1]$ である。そして、上述したように $b[j+1]=0$ 、 $b[j]=0$ 、 $b[j-1]=0$ となるので、次の時点における状態は、 $S000$ である。したがって、 $a[j+1]=0$ の場合には、 $S000 \rightarrow S000$ という遷移が生じることが特定できる。

【0046】このようにして、時点 j における $S000$ 以外の各状態についても、それらを起点として次の時点 $j+1$ において生じ得る状態遷移と、そのような各状態遷移が生じるときの記録データ値 $a[j+1]$ および再生信号値 $c[j+1]$ との対応を求めることができる。

【0047】上述したようにして、各状態について、それらを起点として生じ得る状態遷移と、各状態遷移が生じるときの記録データの値および再生信号の値との対応を求め、模式図として示したのが図5である。上述の時点 j および $j+1$ は、特別な時点ではない。したがって、上述したようにして求まる、生じ得る状態遷移とそれらに伴う記録データの値および再生信号の値との対応は、任意の時点において適用することができる。このため図5においては、任意の時点 k において生じる状態遷移に伴う記録データの値を $a[k]$ と表記し、再生信号の値を $c[k]$ と表記する。

【0048】図5において状態遷移は矢印によって表される。また、各矢印に付した符号が〔記録データ値 $a[k]$ ／再生信号値 $c[k]$ 〕を示している。状態 $S000$ 、 $S001$ 、 $S111$ および $S110$ を起点とする状態遷移は、2通りあるのに対して、状態 $S011$ および $S100$ を起点として生じ得る遷移は1通りのみである。さらに、図5において $S000$ と $S001$ は、何れも $a[k]=1$ に対しては、 $c[k]=-A$ という値を取り、 $S100$ に遷移している。一方、 $a[k]=0$ に対しては、 $c[k]=-A-B$ という値を取り $S000$ に遷移している。また、 $S111$ と $S110$ も同様に、同じ $a[k+1]$ の値について同じ $c[k+1]$ の値を取り、且つ、同じ状態に遷移している。したがって、 $S000$ と

*ように計算される。

$$b[j+1] = \text{mod } 2\{a[j+1] + b[j]\} \\ = \text{mod } 2\{0+0\} \\ = 0 \quad \dots (10)$$

したがって、再生信号 $c[j+1]$ の値は、上述の(2)式にしたがって、次のように計算される。

【0044】

$S001$ をまとめて $S00$ と表現し、 $S111$ と $S110$ をまとめて $S11$ と表現することができる。さらに、 $S011$ を $S10$ とし、 $S100$ を $S01$ と表現することにして、整理したものが図6である。

【0049】図6が4値4状態ビタビ復号方法に用いられる状態遷移図である。例えば4値4状態ビタビ復号方法等の4個の状態を有する場合には、かかる4個の状態を2ビットで表現できるので、このような2ビットのデータを状態データ値として用いることができる。そこで、図6においては、それぞれ2ビットの状態データ値、 00 、 01 、 11 、 10 を用いて、各状態を $S00$ 、 $S01$ 、 $S11$ 、 $S10$ と表記することになっている。

【0050】また図6に対応して、状態遷移を時間に沿って表現する形式として、図7に示すようなトレリス線図が用いられる。図7では、2個の時点間の遷移を示しているが、さらに多数の時点間の遷移を示すこともできる。時間経過に伴い、順次右の時点に遷移していく様子が表現される。したがって、水平な矢印は、例えば $S00 \rightarrow S00$ 等の同じ状態への遷移を表し、斜めの矢印は、例えば $S01 \rightarrow S11$ 等の異なる状態への遷移を表すことになる。

【0051】上述したビタビ復号方法のステップ③、すなわち図6に示した状態遷移図を前提として、ノイズを含む実際の再生信号 $z[k]$ から最尤な状態遷移を選択する方法は次のようになる。

【0052】最尤な状態遷移を選択するためには、まず、ある時点 k における状態について、その状態に至る過程において経過してきた複数時点間の状態遷移の尤度の和を計算し、さらに、計算された尤度の和を比較して、最尤の復号系列を選択することが必要である。このような尤度の和をバスメトリックと称する。

【0053】バスメトリックを計算するためには、まず、隣接する時点間の状態遷移の尤度を計算することが必要となる。このような尤度の計算は、上述の状態遷移図を参照して、再生信号 $z[k]$ の値に基づいて以下の

ようになされる。まず、一般的な説明として、時点 $k-1$ において、状態 S_a である場合について考える。この時、ビタビ復号器13に再生信号 $z[k]$ が入力された場合に、状態 S_b への状態遷移が生じる尤度が次式に従って計算される。但し、状態 S_a および状態 S_b は、図7の状態遷移図に記載されている4個の状態の何れかとする。

【0054】

$$(z[k] - c(S_a, S_b))^2 \cdots (12)$$

上式において、 $c(S_a, S_b)$ は、状態 S_a から状態 S_b への状態遷移について、図6の状態遷移図に記載されている再生信号の値である。すなわち、上述の図7において、例えば状態遷移 $S_0 \rightarrow S_1$ について、 $-A$ と算出されている値である。従って、式(12)は、ノイズを含む実際の再生信号 $z[k]$ の値と、ノイズを考慮せずに計算された再生信号 $c(S_a, S_b)$ の値の間のユークリッド距離となる。ある時点におけるバスメトリックは、その時点に至るまでのこのような隣接時点間の状態遷移の尤度の総和として定義される。

【0055】1-3 ビタビ復号器

ビタビ復号器13では、BMC132、ACS133、SMU134によって以上のような状態遷移に応じた状態データを検出していき、その状態データに対してマージブロック135が復号を行うことで、コントローラ2に復号データを供給できることになる。このビタビ復号器13の構成及び動作を説明していく。

【0056】なお、以下の説明においては、波形等化特性として、上述の $PR(B, 2A, B)$ の代わりに、 $PR(\alpha, \beta, \gamma)$ を前提とする。このような前提は、実際のディスクドライブ装置においては、理想通りのパルシャルレスポンス特性を得ることが難しく、波形等化特性が非対称なものとなることが多いことを考慮したものである。理想通りのパルシャルレスポンス特性を得ることが難しい原因としては、波形等化器の動作精度の限界、記録時のレーザパワーが過大または過小であることに起因するアシンメトリー（波形の非対称性）および再生信号からA/D変換器12によるサンプリングを行う際に用いられるリードクロックの位相誤差等がある。

【0057】4値4状態ビタビ復号方法の場合では、記*

$$bm000 = (z[k] - c000)^2 \cdots (13)$$

$$bm001 = (z[k] - c001)^2 \cdots (14)$$

$$bm011 = (z[k] - c011)^2 \cdots (15)$$

$$bm111 = (z[k] - c111)^2 \cdots (16)$$

$$bm110 = (z[k] - c110)^2 \cdots (17)$$

$$bm100 = (z[k] - c100)^2 \cdots (18)$$

ブランチメトリックをこのように計算する場合には、各識別点の値がそのまま振幅基準値とされる。なお2乗計算を避ける等の目的で規格化バスメトリックを用いる場合には、規格化バスメトリックに対応するブランチメトリックは、式(13)～(18)に従うものとは異なる

*録時に $RLL(1, 7)$ 符号化等の $RLmin=2$ となる符号化を行い、且つ、再生時のパルシャルレスポンス特性が $PR(\alpha, \beta, \gamma)$ である場合には、6値4状態となることがわかる。すなわち、 $RLmin=2$ という条件によって除かれる2個の状態以外の $2^3 - 2 = 6$ 個の $\{b[j-1], b[j], b[j+1]\}$ の組の各々について、識別点の値すなわちノイズが無い理想の場合における波形等化後の再生信号値 $c[j+1]$ が異なる値をとる。（理想的には4値であるが、実際には次に述べる $c011$ と $c110$ 、及び $c100$ と $c001$ が一致しないため、6値となる。）

【0058】このような6個の識別点の値を $c p q r$ と表記する。ここで p, q, r は、それぞれ $b[j-1], b[j], b[j+1]$ を表現している。図6には、各状態 $S00, S01, S11, S10$ の遷移にかかる識別点の値 $c p q r$ を付記している。即ち $c000, c001, c011, c111, c110, c100$ である。なお、 $RLmin=2$ であるため、 $c010$ および $c101$ は無い。以下の説明は、図6の状態遷移図に従う6値4状態を前提として行う。

【0059】また、図6中の6個の状態遷移に対応して計算されるブランチメトリックを以下のように表記する。まず、遷移前の状態と遷移後の状態を表記するそれぞれ2ビットの状態データ値を書き並べて4個の数字の列とする。次に、中央寄りの2個の(すなわち2番目と3番目の)数字を1個の数字とすることによって、3個の数字の列として、1リードクロックの間に生じ得るブランチメトリックを表記する。例えば状態遷移 $S11 \rightarrow S10$ に伴うブランチメトリックは、 $bm110$ と表記される。このようにして、図6中の6種類の状態遷移に対応するブランチメトリックを、図7に示すように表記できる。

【0060】さらに、リードクロックに従って動作するA/D変換器12によってサンプリングされる実際の再生信号値 $z[k]$ と各識別点の値のユークリッド距離として定義されるブランチメトリックは、以下のように計算される。

【0061】

る。このような場合には、振幅基準値として各識別点の値をそのまま用いることはできないが、この発明を適用することは可能である。

【0062】このようなブランチメトリックの値を用いて、時点 k における状態 S_{ij} のバスメトリック m_{ij}

〔k〕が以下のように計算される。

$$m10[k] = m11[k-1] + bm110 \quad \dots (19)$$

$$m11[k] = \min \{ m11[k-1] + bm111, \\ m01[k-1] + bm011 \} \quad \dots (20)$$

$$m01[k] = m00[k-1] + bm001 \quad \dots (21)$$

$$m00[k] = \min \{ m00[k-1] + bm000, \\ m10[k-1] + bm100 \} \quad \dots (22)$$

【0063】図1に示したように、A/D変換器12の出力はビタビ復号器13において、BMC132とシフトレジスタ131に供給される。ビタビ復号器13は、A/D変換器12から供給される再生信号値 $z[k]$ に基づいて、BMC132、ACS133、SMU134の動作で最尤な状態遷移を選択し、選択される状態遷移そのものを表現する状態データ $sm[k+n]$ を生成する。そして状態データに基づいてマージブロック135で復号データを生成し、コントローラ2に供給する。コントローラ2は、上述した光磁気ディスク装置の一例と同様に、供給される復号データに基づく復号化処理を行い、ユーザデータおよびアドレスデータ等を再生する。

【0064】また、SMU134からの状態データは振幅基準値適応化部(RAA)136にも供給される。さらにシフトレジスタ131は、A/D変換器12から供給される再生信号値 $z[k]$ を所定時間遅延させてRAA136に供給する。この遅延は、ビタビ復号器13によって生成される状態データが、再生信号値 $z[k]$ に対して n リードクロックの遅延を有することにタイミングを合わせるために行われるものである。なお従って、ビタビ復号器13内のSMU134が生成する状態データ値を、この遅延時間のため、 $sm[k+n]$ と表記する。

【0065】RAA136は、各時点において供給される状態データ値 $sm[k+n]$ 及びシフトレジスタ131で n クロック分遅延させられた再生信号値 $z[k]$ に基づいて、振幅基準値をリードクロック毎に更新する。そして更新された振幅基準値をビタビ復号器13内のBMC132に供給する。

【0066】ここで、ビタビ復号器13内の各ブロックについて説明していく。ビタビ復号器13内の各ブロック、即ちBMC132、ACS133、SMU134、マージブロック135、シフトレジスタ131、RAA136は、PLL部14からリードクロックDCK(以下、単にクロックともいう)が供給され、動作タイミングが合わされる。

【0067】BMC132は、再生信号値 $z[k]$ に基づいて、RAA16から供給される振幅基準値のもとで、上記式(13)～式(18)に従ってブランチメトリック $bm000 \sim bm111$ を計算し、計算したブランチメトリックをACS133に供給する。

【0068】ACS133は、供給されるブランチメトリックの値に基づいて、式(19)～式(22)に従

てバスメトリックの値を計算し、計算値を比較することによって最尤な状態遷移を選択する。そして選択信号SEL00及びSEL11をSMU134に供給する。

【0069】SMU134について図8を参照して説明する。SMU134は、2ビットの状態データ値を単位とする処理を行ない、その処理によって、状態データ値 $sm[k+n]$ の系列としての状態データが生成される。

【0070】図8に示すように、SMU134は、2個のA型ステータスメモリ150、151、並びに2個のB型ステータスメモリ152、153を有している。さらにセレクト信号SEL00、SEL11、クロック、並びに他のステータスメモリとの状態データの受渡し等のための信号線が接続されて構成される。A型ステータスメモリ150と151は、それぞれ、状態S00とS11に対応する。また、B型ステータスメモリ152と153は、それぞれ状態S01とS10に対応する。これら4個のステータスメモリ相互の接続は、図6の状態遷移図に従うものとされる。

【0071】図9に、状態S00に対応するA型ステータスメモリ150の構成を示す。A型ステータスメモリ150は、 n 個の処理段を有する。すなわち、 n 個のセレクトタ201-0...201-($n-1$)と、 n 個のレジスタ202-0...202-($n-1$)とが交互に接続されている。各セレクトタ201-0...201-($n-1$)には、セレクト信号SEL00が供給される。さらに、各セレクトタには、上述したように、S10に対応するB型ステータスメモリ153から継承する状態データが n ビットからなるPM3として供給される。また、各レジスタには、上述したように、S01に対応するB型ステータスメモリ152に継承される状態データが $n-1$ 個の状態データ値からなるPM0として出力される。また、各レジスタ202-0...202-($n-1$)には、クロックが供給される。

【0072】各セレクトタの動作について説明する。図6に示すように、S00にて遷移し得る1クロック前の状態は、S00およびS10の何れかである。1クロック前の状態がS00である時は、自身を継承する遷移がなされることになる。このため、1段目のセレクトタ201-0には、シリアルシフトによって生成される状態データ中の最新の状態データ値として、'00'が入力される。セレクトタ201-0には、パラレルロードとして、B型ステータスメモリ153から供給される状態データ中の最新の状態データ値PM3[1]が供給される。セレ

クタ201-0は、上述の選択信号SEL00に従って、これら2個の状態データ値の内の1個を後段のレジスタ202-0に供給する。

【0073】また、2段目以降の各セクタ201-1~201-(n-1)は、2個のデータすなわち、パラレルロードとしてS10に対応するB型ステータスメモリ153から供給される1個の状態データ値と、シリアルシフトとして前段のレジスタから供給される1個の状態データ値とを受取る。そして、これら2個の状態データの内から、選択信号SEL00に従って、最尤なものとして判断された状態データ値を後段のレジスタに供給する。セクタ201-0~201-(n-1)が全て同一の選択信号SEL00に従うので、ACS133が選択する最尤な状態データ値の系列としての状態データが継承される。

【0074】さらに、各レジスタ202-0~202-(n-1)は、上述したように供給される状態データ値をクロックに従って取込むことによって、保持している状態データ値を更新する。また、上述したように、各レジスタの出力は、1クロック後に遷移し得る状態に対応するステータスメモリに供給される。すなわち、S00自身に遷移し得るので、シリアルシフトとして後段のセクタに供給される。また、パラレルロードとして、S01に対応するB型ステータスメモリ152に対して供給される。最終段のレジスタ202-(n-1)から、状態データ値VM00が出力される。状態データ値VM00がクロックに従って出力されることにより、全体として状態データが生成される。

【0075】状態S11に対応するA型ステータスメモリ151は、A型ステータスメモリ150と同様に構成される。但し、図6中の状態遷移S01→S11に対応するパラレルロードとして、S01に対応するB型ステータスメモリ152から状態データPM1を供給される。また、図6中の状態遷移S11→S10に対応するパラレルロードとして、S10に対応するB型ステータスメモリ153に状態データPM2を供給する。

【0076】次に図10を参照して、状態S01に対応するB型ステータスメモリ152について説明する。B型ステータスメモリは、図6において自身を継承せず、且つ、1クロック後に遷移し得る状態が1個だけである状態に対応するものである。このため、シリアルシフトを行わず、且つ、セクタが設けられていない。従って、n個のレジスタ212-0, 212-1, ..., 212-(n-1)が設けられ、各レジスタにクロックが供給されて動作タイミングが合わされる。

【0077】各レジスタ212-0, 212-1, ..., 212-(n-1)には、S00に対応するA型ステータスメモリ150から継承する状態データがn-1個の状態データ値からなるPM0として供給される。但し、最初の処理段となるレジスタ212-0には、クロックに同期して常に'00'が入力される。かかる動作は、図6に示さ

れるように、S01に遷移し得る最新の状態遷移が常にS00であることに対応している。各レジスタ212-0~212-(n-1)は、供給される状態データ値をクロックに従って取込むことによって、保持している状態データ値を更新する。また、クロックに従ってなされる各レジスタの出力は、n-1個の状態データ値からなる状態データPM1として、1クロック後に遷移し得る状態S11に対応するA型ステータスメモリ151に供給される。最終段のレジスタ212-(n-1)から、状態データ値VM01が出力される。状態データ値VM01がクロックに従って出力されることにより、全体として状態データが生成される。

【0078】状態S10に対応するB型ステータスメモリ153は、B型ステータスメモリ152と同様に構成される。但し、図6中の状態遷移S11→S10に対応するパラレルロードとして、S11に対応するA型ステータスメモリ151から状態データPM2を供給される。また、図6中の状態遷移S10→S00に対応するパラレルロードとして、S00に対応するA型ステータスメモリ150に状態データPM3を供給する。また、最初の処理段となるレジスタには、クロックに同期して、常に'11'が入力される。かかる動作は、図6に示すように、S10に遷移し得る1クロック前の状態がS11であることに対応するものである。

【0079】ところで、ビタビ復号方法においては、各ステータスメモリが生成する状態データ値VM00, VM11, VM01およびVM10は、ステータスメモリのメモリ長nを充分大きくとれば互いに一致する。このような場合には、4個のステータスメモリが生成する状態データ値の内の何れを $sm[k+n]$ として後段に出力しても良い。メモリ長nは、再生信号のC/Nおよび周波数特性等を考慮して決められる。

【0080】このようなSMU134で得られた状態データ $sm[k+n]$ はマージブロック135に供給される。マージブロック135は、ROM等の手段に図11に示す復号マトリクスのテーブルを記憶している。そして、かかる復号マトリクスを参照して、状態データに基づく復号データを生成し、コントローラ2に供給する。図6の状態遷移図から、復号データ値は、連続する2個の状態データ値に対応していることがわかる。すなわち、再生信号値 $z[k]$ に対応して生成される状態データ値 $sm[k+n]$ と、その1クロック前に、再生信号値 $z[k-1]$ に対応して生成される状態データ値 $sm[k+n-1]$ に基づいて、時点 $k+n$ における復号データ値を決めることができる。

【0081】例えば、 $sm[k+n]$ が'01'で、 $sm[k+n-1]$ が'00'である場合には、図6から、復号データ値として'1'が対応することがわかる。このような対応をまとめたものが図11の復号マトリクスのテーブルである。

【0082】次にRAA136による振幅基準値の更新について説明する。前述したように6つの振幅基準値c000～c111の値は様々な要因により変動する。しかもその変動の度合いは一定ではないので、予め振幅基準値をシフトすることはできない。そこで、振幅基準値を適応化制御してやれば、RF信号の歪みや変動、クロックの位相誤差等に対して振幅基準値を追従させることができ、これによりブランチメトリックの計算値の精度を向上させることができる。

【0083】上述したように、SMU134によって生成される状態データおよびシフトレジスタ131によって遅延させられた再生信号値z[k]に基づいて、RAA136が振幅基準値を更新するための計算をクロック毎に行う。この計算は次に行われる。

【0084】再生信号値z[k]に対応して生成される状態データ値sm[k+n]と、その1クロック前に生成された状態データ値sm[k+n-1]とから、図6*

$$c011(\text{新}) = \delta \cdot z[k] + (1 - \delta) \cdot c011(\text{旧}) \cdots (23)$$

【0086】また一般には、sm[k+n]=pq、およびsm[k+n-1]=qrである場合に、振幅基準※20

$$cpqr(\text{新}) = \delta \cdot z[k] + (1 - \delta) \cdot cpqr(\text{旧}) \cdots (24)$$

【0087】これらの式において、 δ は修正係数である。 δ の値を設定するに際しては、再生信号の振幅およびその変動、アシンメトリー等の歪み、波形等化器の動作における誤差等の記録系および再生系の比較的継続的な特性、並びに記録媒体上の欠陥等に起因するイレギュラーな特性を考慮する必要がある。すなわち、 δ の値が大きい程、式(23)または(24)に従ってなされる更新によって、振幅基準値が再生信号の振幅変動、アシンメトリーおよび波形等化器の動作における誤差等をより強く反映するものとなる。反面、振幅基準値が記録媒体上の欠陥等に起因するディフェクト等のイレギュラーな信号によっても影響され易い。一方、 δ の値を小さくすると、振幅基準値がディフェクト等のイレギュラーな信号に影響されにくくなるが、反面、振幅基準値の再生信号に対する追従が緩やかなものとなるため、式(23)または(24)に従ってなされる更新による振幅基準値の適応化の効果が減少する。

【0088】上記式(23)、式(24)に従ってRAA136で新たな振幅基準値が算出され、BMC132に供給される。そしてこれまでの説明から理解されるように、例えば6値4状態のビタビ復号の場合、適応化される振幅基準値は、c000、c001、c011、c100、c110、c111となる。そしてこのような振幅基準値が、記録状況やデフォーカスなどの様々な要因に応じて適応的に変動させられることで、各種要因による影響を吸収することができる。

【0089】図12に状態sm[k+n-1]、sm[k+n]に対して、どの振幅基準値が更新されるかをまとめた一覧を示す。例えば状態データsm[k+n-

*に従って、これら2個の状態データ値間に生じた状態遷移およびかかる状態遷移に対応する振幅基準値を特定することができる。このようにして特定された振幅基準値について、既存の値と、再生信号値z[k]とから、新たな振幅基準値が計算される。なお、光磁気ディスクのようにエンボスビットエリアと光磁気エリアが混在するディスクの場合は、振幅基準値の計算は、各エリアについて別個に行われる。従ってその場合は、6値4状態ビタビ復号方法については、 $6 \cdot 2 = 12$ 個の振幅基準値が適応化されることになる。

【0085】振幅基準値の計算について、sm[k+n]='01'、およびsm[k+n-1]='11'である場合を例として具体的に説明する。これは図6における状態遷移S01→S11が生じる場合である。また、かかる状態遷移に対応する振幅基準値がc011であることが図6に示されている。従って、RAA136は、振幅基準値を更新する計算を以下のように行う。

※値の新たな値が以下のように計算される。

1]が'00'、状態データsm[k+n]が'00'の場合、即ち状態S00からS00に遷移した際には、振幅基準値c000が更新される。また、状態S00からS01に遷移した際には、振幅基準値c001が更新される。その他も、この図12に示すとおり、状態遷移に応じて特定の振幅基準値が更新されることになる。

【0090】2. 実施の形態のディスクドライブ装置 2-1 ディスクドライブ装置の構成

以上説明してきたビタビ復号方式を採用した例として、本発明の実施の形態となるディスクドライブ装置について説明していく。なお、このディスクドライブ装置は、穴開けタイプのWORMディスク、相変化タイプのWORMディスク、光磁気ディスク(MOディスク)、相変化タイプの書換可能ディスク(DVD-RAM、DVD-RW等)などに対するドライブ装置として好適な例とする。つまり、記録レーザパワーと再生RF信号のアシンメトリーに相関関係のあるディスクに対するドライブ装置に好適なものである。具体例としては、MOディスクに相当するディスクドライブ装置として説明する。なお、合金タイプのWORMディスクなど、記録レーザパワーとアシンメトリーに相関関係のないディスクに対応するドライブ装置の例は、変形例として後述する。

【0091】図13は本例のディスクドライブ装置の構成を示すものである。なお、図1で説明した構成と同一機能部分には同一符号を付し、それらについての重複的な詳細説明は省略する。また、このブロック図は主に記録再生信号の処理系を示し、サーボ系その他、省略してある部位もある。

【0092】記録媒体となるディスク6(MOディス

ク)は、ドライブ装置内においてスピンドルモータ9によって回転駆動された状態で、光ピックアップ7及び磁気ヘッド5の動作によって情報の記録/再生/消去が行われる。記録/再生/消去時の光ピックアップ7及び磁気ヘッド5の位置制御(シーク、トラッキングサーボ、スレッドサーボ)や、光ピックアップ7からのレーザ光のフォーカスサーボ、さらにはスピンドルモータ9の回転サーボは、図示しないサーボ系によって行われることになる。

【0093】ドライブコントローラ(以下、コントローラという)2は、このドライブ装置のマスターコントローラとして各種の動作制御を行うとともに、ホストコンピュータ1との通信を行う部位とされる。即ちコントローラ2はホストコンピュータ1からの記録指示に応じて、供給されたデータをディスク6に記録する動作を制御するとともに、同じくホストコンピュータ1からの指示に応じて要求されたデータをディスク6から読み出してホストコンピュータ1に転送する動作の制御を行う。またコントローラ2はデータのエンコード、デコードを行う機能も有している。

【0094】CPU3は、コントローラ2の指示に基づいて記録再生動作のために各部の制御を行う部位とされる。例えば再生系のRFブロック20に対する各種の制御や、サーボプロセッサとして機能するDSP17に対する指示等を行う。

【0095】記録時には、コントローラ2がホストコンピュータ1からの指令に従って、記録すべきユーザデータを受取り、情報語としてのユーザデータに基づいてエンコードを行って、例えば符号語としてのRLL(1,7)符号を生成する。この符号語が記録データWDATAとしてLPC4に供給される。またコントローラ2はWGATE信号としてLPC4に記録モードとしての発光動作及びそのタイミングを指示する。さらに記録処理動作の基準となる記録クロックWCLKを生成し、LPC4に供給する。

【0096】LPC4及びAPC10は、図1で説明したように記録データWDATA、WGATE信号に応じて、光ピックアップ7からのレーザ出力を実行させ、ディスク6へのデータ記録を実行させる。なお、再生時、記録時のそれぞれにおけるレーザ出力レベル、即ちLPC4が出力するレーザのドライブパルス値は、DSP17(CPU3)の指示に応じて設定される。また従って、コントローラ2はCPU3に指示することで、記録レーザパワー、再生レーザパワーを変化させることができる。

【0097】再生時(通常の再生時、及びライトアンドペリファイ時のペリファイ動作のためのデータ読出し)においては、コントローラ2及びCPU3の制御によって次のような動作が行われる。

【0098】コントローラ2はRGATE信号、PGA

TE信号をLPC4及びRFブロック20に供給して、再生動作制御を行う。即ちコントローラ2はRGATE信号により、LPC4に再生レベルとしてのレーザパワーによる連続発光を指示するとともに、RFブロック20に対しての再生処理の指示を行う。またPGATE信号により、ディスク6上のエリア(セクター内のエンボスピットエリアと光磁気エリア)に応じた切換処理を実行させる。

【0099】再生時において、まずLPC4はRGATE信号に応じてレーザドライブパルスを発生させ、光ピックアップ7から再生動作のためのレーザ出力を実行させる。光ピックアップ7は、光磁気ディスク6にレーザ光を照射し、それによって生じる反射光を受光する。さらにその反射光量に応じた信号の演算処理により各種信号を生成する。即ち、再生RF信号および図示しないフォーカスエラー信号、トラッキングエラー信号などである。

【0100】再生RF信号は、RFブロック20において、可変ゲインアンプ8によってゲイン調整等がなされた後にフィルタ部11に供給される。可変ゲインアンプ8におけるゲインセッティングはCPU3からの制御信号GS1によって行われる。例えばディスクの種別や特性によって変動するRF信号レベルに応じて、再生信号処理に最適なRF信号が得られるようにゲインセッティングが変更される。

【0101】なお、光ピックアップ7から可変ゲインアンプ8に供給される再生RF信号としては、いわゆる和信号、差信号の2種類があり、PGATE信号に応じて、セクター内のエリアによって切換処理される。つまりエンボスピットが形成される部分の再生データは和信号について、また光磁的にビット列が記録される部分の再生データは差信号について処理される。また反射光情報としては、再生データに相当する再生RF信号以外に、フォーカスエラー信号、トラッキングエラー信号などもあり、フォーカスエラー信号、トラッキングエラー信号は図示していないが、DSP17に供給され、DSP17によるサーボ系の制御に用いられる。

【0102】フィルタ部11は、RF有効帯域のブースト回路、ノイズカットを行うローパスフィルタおよび波形等化を行う波形等化器などから構成される。そして入力された信号は、ビタビ復号器13が行うビタビ復号方法に適合するパルシャルレスポンス特性が得られるようにイコライジングされるものとなる。A/D変換器12は、PLL部14からの再生クロックDCKに従ってA/D変換を行い、再生信号値 $z[k]$ を出力する。ビタビ復号器13は、再生クロックDCKに従って再生信号値 $z[k]$ に基づいて、ビタビ復号方法によって復号データDDを生成する。以上のRFブロック20内の構成及び動作、及びビタビ復号器13内のBMC132等の各部の構成及び動作は、図1で説明したものと同様である。

る。

【0103】但しRAA136に対しては、更新のために算出される振幅基準値c000～c111をCPU3が参照して、後述するようにアシンメトリの計算に用いることができるようにされている。

【0104】ビタビ復号器13で復号された復号データDDは、コントローラ2に供給される。そしてコントローラ2は、復号データDDに、チャンネル符号化等の符号化に対応する復号化処理を施すことにより、ユーザデータ等を再生する。例えば(1-7)RL方式のデコード処理、ECCデコード処理(エラー訂正処理)などを行なう。

【0105】また詳しくは後述するが、再生時には、或るセクターがデコードNGとして再生データが得られなかった場合には、コントローラ2はそのセクターへの再生リトライを実行させるように制御する。

【0106】2-2 記録レーザパワーとアシンメトリの関係

光磁気ディスクやWORMディスクなど、光変調方式でディスク6にデータを記録する場合は、ディスク上に記録されるマーク(ビット)の大きさは記録レーザパワーの値に大きく依存し、またこれは再生RF信号の波形にも大きく影響する。記録レーザパワーの大きさが再生RF信号にどのように影響を与えるかをインパルス応答を例にとって説明する。

【0107】図14に、記録レーザパワーの大きさと再生RF信号のインパルス応答の関係を示す。なお、これはPR(1, 2, 1)のパーシャルレスポンス応答の場合の例である。記録レーザパワーが最適値にある場合は、インパルス応答は図6の曲線(b)として示すよう*30

$$\gamma_{asy} = (2T \text{エンベロープの中心電圧} - 8T \text{エンベロープの中心電圧}) / (8T \text{エンベロープのピークトップ電圧}) \dots (25)$$

【0111】図16(a)(b)に2Tパターンの信号波形と8Tパターンの信号波形を示す。2Tパターンに対する再生RF信号について波形等化処理すると、図16(a)に示すように、振幅基準値c001、c011、c110、c100を周期的に繰り返す波形となる。また8Tパターンに対する再生RF信号について波形等化処理すると、図示するように、振幅基準値c000、c000、c000、c000、c000、c000、c001、c011、c111、c111、c111、c111、c111、c111、c111、c110、c100、c001を周期的に繰り返す波形となる。

【0112】このような2Tパターン及び8Tパターンの波形を合わせて示したものが図17であるが、この図17では上記アシンメトリ値 γ_{asy} を視覚的に表している。この図17と上記式25により、図15の各アイパターンとして示した場合について、アシンメトリ値 γ_{asy} は次のようになることがわかる。

記録レーザパワーが過大な場合・・・ $\gamma_{asy} > 0$

*になる。このときA/D変換のサンプリング時点としてのk-1、k、k+1の3つの時点の振幅比は1:2:1となる。

【0108】ところが記録レーザパワーが高くなると、ディスク上の記録マークは大きくなるため、そのインパルス応答は曲線(a)のようになり、即ちパルス幅が大きくなる。そのためサンプリング時点k-1、k+1での振幅は、ピーク値の半分より大きくなる。一方、記録レーザパワーが低くなると、ディスク上の記録マークは小さくなるため、そのインパルス応答は曲線(c)のようになり、即ちパルス幅が細くなる。そのためサンプリング時点k-1、k+1での振幅は、ピーク値の半分より小さくなる。

【0109】実際の再生RF信号に対するアイパターンは、任意の時点kに対するインパルス応答の重ね合わせで表すことができる。記録レーザパワーの差によるアイパターンのアイの開き具合を図15に示す。図15

(b)は記録レーザパワーが最適な状態のアイパターンを示しており、アイは上下対称の状態にある。一方、記録レーザパワーが大きい場合、及び小さい場合は、それぞれ図15(a)(c)に示されるように、アイが上側もしくは下側にシフトした状態となる。この図15

(a)(b)のように記録レーザパワーが最適でないことによりアイが非対称に開いている状態をアシンメトリと呼ぶ。つまりアシンメトリとは、記録レーザパワーの過不足によって再生RF信号波形に生じる非対称な歪みである。

【0110】アシンメトリを定量的に表すために、アシンメトリ値を γ_{asy} とし、次のように定義する。

記録レーザパワーが最適な場合・・・ $\gamma_{asy} = 0$

記録レーザパワーが過小な場合・・・ $\gamma_{asy} < 0$

【0113】このようにアシンメトリ値 γ_{asy} から記録レーザパワーがどの程度の値とされているかを推定することができる。従って、アシンメトリ値 γ_{asy} がある範囲内に入るように記録レーザパワーを設定すれば、それは適正な記録レーザパワーになることになる。

【0114】ところで上記式(25)によれば、再生RF信号のアシンメトリ値 γ_{asy} を計算するには、「2Tエンベロープの中心電圧」、「8Tエンベロープの中心電圧」、「8Tエンベロープのピークトップ電圧」をそれぞれ検出することが必要になる。ここで図16、図17からわかるように、これら各値は、ビタビ復号器13における振幅基準値から算出できる。即ち、「2Tエンベロープの中心電圧」は、振幅基準値c001、c011、c110、c100の平均値として求めることができる。また「8Tエンベロープの中心電圧」は、振幅基準値c000、c111の平均値として求め

ることができる。さらに「8Tエンベロープのピーク
ッピーク電圧」は、振幅基準値c000とc111の差*

$$\gamma_{asy} = ((c001 + c011 + c110 + c100) / 4 - (c000 + c111) / 2) / (c111 - c000)$$

となる。

【0115】上述したように振幅基準値c000～c111は、それぞれビタビ復号器13内のRAA136で適応化され、BMC132において更新されていくことになる。このように振幅基準値が適応化されるとする
と、再生RF信号にアシンメトリがある場合には、各振
幅基準値はそれに追従することになる。従って、図13
のCPU3（又はコントローラ2）は、RAA136で
算出される振幅基準値を用いて、上記式（26）の計算
を行うことで、そのときの再生RF信号についての記録
レーザパワーの値を知ることができる。

【0116】次に、アシンメトリ値 γ_{asy} がどのよう
な範囲内にあれば、記録レーザパワーが適切であるかを
考える。図18（a）は、記録レーザパワー（Write Power）に対するバイトエラーレート（BER）の特性を示している。ここで、①はビタビ復号法を採用した場合の特性、②はビットバイビット法を採用した場合の特性である。

【0117】この図からわかるように、記録レーザパワーが低い（P1以下）A領域では、ビタビ復号法の場合もビットバイビット法の場合も、エラーレートは高くなる。つまり記録レーザパワーがP1以下である場合は、パワーが過小であるといえる。また記録レーザパワーが※

$$\gamma_{asy2} < \gamma_{asy} < \gamma_{asy3}$$

となっていればよいものとなる。つまり、例えば再生時
において、上記式（26）で算出されるアシンメトリ値
 γ_{asy} が、上記式（27）の範囲内にあれば、その再生
すべきデータについては、記録時の記録レーザパワー
は適切な値であったと判断してよい。

【0119】なお図13に示したような本例のドライブ
装置の場合は、ビタビ復号法を採用しているとともに、
振幅基準値は適応化制御されるものであるため、非常に
再生能力は高いものとなっている。従って、アシンメ
トリ値 γ_{asy} が、 $\gamma_{asy2} < \gamma_{asy} < \gamma_{asy3}$ の
範囲になくても、実際には再生OKとなることは多い。
その様な場合は問題ないが、記録レーザパワーが適切な
範囲から大きくずれていたような場合は、本例のドライ
ブ装置をもってしてもリーディングとなることがある。そ
こで、或るセクターの再生時にリーディングとなった場合
は、そのセクターの再生リトライに移ることになるが、
その際にアシンメトリ値から推定される記録レーザパワ
ーの状況に応じて（つまりそのデータについてのRF信
号に応じて）、振幅基準値を更新することで、再生可能
となるようにするものである。

【0120】2-3 再生時の処理例（1）

*として求めることができる。従って、上記式（25）に
振幅基準値を当てはめると、

・・・（26）

※高い（P3以上）D領域でも、ビタビ復号法、ビットバ
イビット法のいずれの場合も、エラーレートは高くな
る。つまり記録レーザパワーがP3以上である場合は、
パワーが過大であるといえる。記録レーザパワーがP2
～P3の範囲となるC領域では、いずれの復号方式でも
エラーレートは低い。つまりP2～P3の範囲は好適な
記録レーザパワーといえる。記録レーザパワーがP1～
P2の範囲となるB領域では、ビタビ復号方式の場合は
エラーレートは低い。つまりビタビ復号方式のドライブ
装置にとっては、P1～P3の範囲は好適な記録レーザ
パワーといえる。ところがこのB領域では、ビットバイ
ビット法の場合はエラーレートが高くなる。つまりビッ
トバイビット復号方式のドライブ装置にとっては、P1
～P2の範囲は適切な記録レーザパワーとはいえない。
以上のことから、ビタビ復号方式、ビットバイビット復
号方式のいずれの場合であっても記録レーザパワーがP
2～P3の範囲であればOKであることになる。

【0118】図18（b）には、図18（a）に対応さ
せて再生RF信号のアシンメトリ値を示している。この
ようにアシンメトリ値は記録レーザパワーに比例したも
のとなる。そして最適な記録レーザパワーの範囲がP2
～P3であるとする、アシンメトリ値 γ_{asy} として

$$\gamma_{asy2} < \gamma_{asy} < \gamma_{asy3}$$

以上のように再生RF信号のアシンメトリ値 γ_{asy} か
ら、記録レーザパワーが適切であるか否かが判断でき
る。そして本例では、ディスク6からのデータ再生時に
デコードエラーとなった場合、そのデータの記録レーザ
パワーに応じて振幅基準値を更新してリトライを行うも
のとなる。このようなリトライ動作を含む再生時の処理
を図19で説明していく。

【0121】ホストコンピュータ1からデータ再生指示
があった場合、コントローラ2は、その指示されたセク
ターデータのディスク6からの再生のための動作制御を
開始する。即ち上述したようにRGATE信号、PGATE
信号により各部に指示を出してDSP17によるサー
ボ制御、レーザ発光動作、RFブロック20での再生
処理を実行させるとともに、ビタビ復号器13から供給
される復号データに対してのデコード処理、及びホスト
コンピュータ1への転送処理を行うものとなる。

【0122】なお、再生動作はセクター単位で行われて
いくが、図19の再生処理は、再生を行うセクターに対
する再生動作時の処理（1つのセクター再生に関しての
再生処理）として示している。

50 【0123】1つのセクターの再生動作処理としては、

コントローラ2は、まずステップF101として、ピタビ復号器13においてBMC132で用いられる振幅基準値(c000~c111)を通常値(初期値)に設定する。例えばCPU3、RAA136を介してBMC132にセットさせる。そしてステップF102として、上記各種制御により所要各部の動作を実行させ、ディスク6上のあるセクターの再生動作制御、及び供給されてくる復号データDDについてデコード処理(1-7デコード/エラー訂正等)を行う。もちろんこの再生動作中には、RAA136の動作により、振幅基準値は逐次適

10 応化されている。
【0124】ステップF102では、データ読出が適切に完了したか否か、つまり同期処理やECC処理にエラーがなく、デコードが適正に完了したか否かを判別する。そしてセクターの再生動作が適正に完了と判別されたら、ステップF103からF104に進み、リトライ回数を示すリトライカウンタRCをクリアして、そのセクターに関しての再生処理を正常終了する。そしてまだ再生すべき次のセクターがある場合は、そのセクターの再生処理に移る。

【0125】ところが、ステップF102でデコードエラーと判断された場合は、ステップF105以降のリトライ処理に移る。まずステップF105でCPU3によりアシンメトリ値 γ_{asy} を計算させ、ステップF106、F107で、算出されたアシンメトリ値 γ_{asy} を図18で説明した適正範囲の基準となる値 γ_{asy2} 、 γ_{asy3} と比較し、これによって記録レーザパワーが適正であったか否かを判断する。

【0126】もし、算出されたアシンメトリ値 γ_{asy} が、 $\gamma_{asy2} < \gamma_{asy} < \gamma_{asy3}$ を満たす値であ

30 った場合、つまり記録レーザパワーに問題がなかった場合は、処理はステップF106→F107→F110と進むことになり、そのままリトライカウンタRCをインクリメントした後、ステップF111でのリトライカウンタRCの値のチェックを介して、ステップF102に戻り、現在のセクターに対する再生リトライを行う。つまりこの場合は、振幅基準値は、その時点までの再生処理動作でRAA136により適応化制御されている値のままとする。なお、図19には示していないが、このように記録レーザパワーに問題がないとされる場合は、リ

40 トライ開始時点で、ステップF101に戻り、振幅基準値を再び通常値(初期値)に戻してからリトライを実行するようにしてもよい。

【0127】ところが、リトライ開始時点でステップF105で算出されたアシンメトリ値 γ_{asy} が、 $\gamma_{asy} > \gamma_{asy3}$ であった場合は、そのセクターのデータは記録時において過大なレーザパワーによって記録されたものであると推定できる。つまり今回の再生エラーは、その様な過大な記録レーザパワーが原因であったと

50 考えることができる。そこで、ステップF108で、振

幅基準値を高記録レーザパワーに対応した振幅基準値に変更させる。そしてステップF110で、リトライカウンタRCをインクリメントした後、ステップF111でのリトライカウンタRCの値のチェックを介して、ステップF102に戻り、現在のセクターに対する再生リトライを行う。つまりこの場合は、そのセクターの再生開始時点から振幅基準値が過大なレーザパワーに対応できる値に設定されていることになり、これは、記録レーザパワーが不適切であったセクターについて、リトライにより再生を正常終了させる可能性を非常に高くできることを意味する。このようなリトライにより再生が適正に完了されたら、ステップF104に進んでセクターの再生は正常終了となる。

【0128】また、デコードエラーとなってリトライを行う時点で、ステップF105で算出されたアシンメトリ値 γ_{asy} が、 $\gamma_{asy2} > \gamma_{asy}$ であった場合は、そのセクターのデータは記録時において過小なレーザパワーによって記録されたものであると推定できる。つまりそのときの再生エラーは、その様な過小な記録レーザパワーが原因であったと考えられる。そこで、ステップF109で、振幅基準値を低記録レーザパワーに対応した振幅基準値に変更させる。そしてステップF110で、リトライカウンタRCをインクリメントした後、ステップF111でのリトライカウンタRCの値のチェックを介して、ステップF102に戻り、現在のセクターに対する再生リトライを行う。つまりこの場合は、そのセクターの再生開始時点から振幅基準値が過小なレーザパワーに対応できる値に設定されていることになり、これも、記録レーザパワーが不適切であったセクターについて、リトライにより再生を正常終了させる可能性を非常に高くできることを意味する。そしてこのようなリトライにより再生が適正に完了されたら、ステップF104に進んでセクターの再生は正常終了となる。

【0129】以上のように必要に応じて振幅基準値が変更されて、リトライが(1又は複数回)行われることで、記録レーザパワーが不適切であったことが原因でデコードエラーとなっても、それに対応して適切に再生正常完了に導くことができ、ドライブ装置の再生能力を著しく高めることができる。

40 【0130】なお、デコードエラーである限りは、リトライが複数回繰り返されることになるが、リトライ処理回数としては上限回数 y が設定されている。すなわちステップF111でリトライ回数がチェックされることで、 y 回のリトライを行った時点では、次のリトライには進まない(ステップF111で $RC > y$ となった時点)。その場合は、リトライを上限回数実行してもデコードOKとはならなかったことで、エラー終了することになる。この場合、コントローラ2はホストコンピュータ1にセクターの再生がエラー終了されることを報告することになる。

【0131】また、本例では特に記録レーザパワーが不適切であってもそれに対応して再生できるようにすることを主眼としているため図19には示さなかったが、例えばデコードエラーの原因が記録レーザパワーでないような場合（算出されたアシンメトリ値 γ_{asy} が、 $\gamma_{asy2} < \gamma_{asy} < \gamma_{asy3}$ であった場合）は、再生能力に関係する他のパラメータの設定を変更することが行われる。例えば可変ゲインアンプ8でのゲインの設定、フィルタ部11の設定、再生レーザパワーなどのパラメータを変更することがある。これらは当然、リトライ時にデコードOKに導く可能性が高くなるように変更される。

【0132】ところで図19の処理では、振幅基準値の設定変更については、記録レーザパワーが過大であるか、適正であるか、過小であるかの3通りに判別し、過大又は過小のときにそれぞれ変更するようにしたが、より細かく設定変更を行うようにしてもよい。即ち上述したようにアシンメトリ値と記録レーザパワーは比例関係にあるため、アシンメトリ値から記録レーザパワーが適正値からどの程度ずれているかも正確に推定できる。そこで、例えば $\gamma_{asy} > \gamma_{asy3}$ 、つまり記録レーザパワーが過大である場合には、どの程度過大であるか（つまり $\gamma_{asy} - \gamma_{asy3}$ の値）に応じて、振幅基準値を設定していくようにしてもよい。即ち高記録パワー用の振幅基準値を、レベルに応じて多数用意しておくものである。記録レーザパワーが過小である場合に対しても同様とする。

【0133】なおアシンメトリ値 γ_{asy} の算出方法としては、本例のようにビタビ復号法を採用するものであれば、上記の通り、振幅基準値を用いればよいが、アシンメトリ値はRF信号のエンベロープをサンプリングしていき、そのサンプリング値を用いても可能である。即ち上記式(25)の計算に必要なサンプリング値を集めれば、アシンメトリ値 γ_{asy} は算出でき、その様な算出法を採用してもよい。

【0134】なお、以上のような本例の動作は、記録レーザパワーとアシンメトリ値に相関性のあるメディアに対するドライブ装置として、広く適用できることはいうまでもない。

【0135】2-4 再生時の処理例(II)

上記本例のドライブ装置として適用できる再生時の他の処理例を図20で説明する。なお、基本的な再生処理やリトライ処理については上記図19の例と同様であるため、その部分は同一のステップ番号を付し、説明を省略する(F101~F111)。

【0136】この処理例では、ステップF100として、一連の再生動作として再生を行う1又は複数のセクターのうちの最初のセクターであるか否かを確認する処理が付加されたものとなる。つまり、再生動作において最初のセクターについては、ステップF100からF1

01に進んで、図19と同様の処理を行うが、2番目以降のセクターについては、ステップF100からF102に進み、つまりステップF101での振幅基準値の初期値の設定が行われないものとなる。

【0137】1回の再生動作は、通常、1回の記録動作で記録された複数のセクターを再生するものとなる。そして複数のセクターにかかる一連の記録動作においては、その各セクターは同じ記録レーザパワーで記録されている可能性が高い。これは、最初のセクターにおいて記録レーザパワーが適切であれば、それに続くセクターも適切であり、一方、最初のセクターにおいて記録レーザパワーが不適切であれば、それに続くセクターも不適切である可能性が高いことを意味する。そこで、この処理例では、或るセクターの再生開始時には、その前のセクターの再生完了時点で設定されている振幅基準値をそのまま使用するようにするものである。つまりステップF101で振幅基準値を初期値に戻さないようにする。なお、順次再生していくセクターとは、ディスク上で物理的に連続しているセクターに限られるものではない。つまりディスクメディアにおいては、記録時に、1つの連続したデータを、物理的に離れたセクターに記録していくことができるためであり、例えば上記の最初のセクターとそれに続くセクターは、物理的に離れたセクターであることもある。従ってステップF100で判断する「前セクター」とは、あくまで直前に再生を行ったセクターを意味する。

【0138】従ってこの場合のセクターの再生処理は、直前のセクターの再生状況により、以下ようになる。まず、直前のセクターでリトライをすることなく再生が正常終了された場合は、振幅基準値は、当初の初期値から必要に応じて適応化された値となっている。そしてそれは記録レーザパワーが適正（もしくは適正とはいえないが本例のドライブ装置にとっては正常リード可能な範囲）であるため、その直前のセクターの終了時点での振幅基準値（再生時に適応化された振幅基準値）は、今回のセクターの再生に対しても適切な値である。従って今回のセクターに対しては、直前のセクターの終了時点での振幅基準値をそのまま最初から用いることが、再生OKとなる可能性を高くすることになる。もちろん、振幅基準値が適切でない場合もあり得るが、その場合は今回のセクターの再生過程で適応化されることや、或いはデコードエラーとなった場合に必要に応じて振幅基準値が再設定されることで対応できる。

【0139】また、直前のセクターにおいてレーザパワーに起因するデコードエラーが発生し、ステップF108又はF109で振幅基準値が再設定されてリトライが行われた場合は、その再設定後の振幅基準値（さらには再設定後のリトライ時に適応化された振幅基準値）が、今回のセクターにとって適切な値である可能性が高いため、その場合も、直前のセクターの終了時点での振幅基

準値をそのまま最初から用いることが、再生OKとなる可能性を高くすることになる。

【0140】このように、或るセクターの再生時には、その直前のセクターの再生で用いられた最終的な振幅基準値をそのまま用いて再生を開始することで、デコードOKに導く可能性を高くでき、これによって再生動作の効率化、再生信頼性の向上を実現できる。

【0141】2-5 変形例

ところで、上述してきた例は、記録レーザパワーとアシンメトリ値に相関関係があるディスクに対応するドライブ装置に適用できることになるが、例えばWORMディスクのうち合金タイプと呼ばれる種類のディスクは、記録レーザパワーとアシンメトリ値に相関関係はない。

【0142】この合金タイプのWORMディスクは、未記録状態では多層膜であるものが記録時のレーザによる熱により溶けて混ざりあい、冷却時に合金となり反射率が上がることで、反射率の異なったマークが形成されるものである。この合金タイプのものは、記録レーザパワーを増減してもアシンメトリ値はほとんど変化しない。従って、上述の例で述べたような、アシンメトリ値から記録レーザパワーを推定することはできない。ところが、合金タイプのWORMディスクの場合、記録パワーが増すにつれて再生RF信号のRF振幅が増す。こ*

$$VFO = ((c011 + c110) - (c001 + c100)) / 2$$

で与えられる。

【0145】従って、CPU3 (コントローラ2) は、RAA136で更新される振幅基準値を取り込むことで、振幅値 (AMP又はVFO) を算出できる。そしてコントローラ2は、算出される振幅値から、そのときの再生RF信号についての記録レーザパワーの値を知ることができる。

【0146】振幅値AMP (VFOについても同様) と記録レーザパワーの関係は図示しないが、上記図18と同様の比例関係となる (図18でアシンメトリを振幅に置き換えればよい)。従って振幅値から、記録レーザパワーのレベルを推定でき、それによって図19、図20で説明したようにリトライ時に振幅基準値の設定を変更することが可能となる。

【0147】なお振幅値の算出方法としては、RF信号のエンベロープをサンプリングしていき、そのサンプリング値を用いても可能である。即ちRF信号振幅のピーク及びボトムを検出していくことで、上記式(28)に相当する計算が可能となる。なお、このように振幅値を算出する方式の動作は、合金タイプのWORMディスクのみでなく、記録レーザパワーと振幅値に相関性のあるメディアに対するドライブ装置として、広く適用できる。

【0148】

【発明の効果】以上の説明からわかるように本発明の

* れは、記録時のディスクの熱拡散が異なることに起因する。

【0143】そこで本発明の変形例としては、ディスクドライブ装置が、アシンメトリ値の代わりに再生RF信号の振幅値を求め、それから記録レーザパワーを推定し、リトライ時に必要に応じて振幅基準値を変更する例が考えられる。この場合の処理は記録レーザパワーの適否の判断手法以外は、図19、又は図20と同様になる。そしてステップF105、F106、F107に相当する処理が、再生RF信号の振幅値を用いた処理となる。

【0144】振幅値の算出方式は次の通りである。再生RF信号の振幅も、上記アシンメトリ値と同様に、適応化した振幅基準値から得ることができる。即ち上記図17に示した2Tパターンは最小振幅パターン、8Tパターンは最大振幅パターンとなるが、例えばこの8Tパターン (なお8Tでなくとも最大振幅が得られる) でいえば、再生RF信号の振幅AMPは、

$$AMP = c111 - c000 \quad \dots \text{式(28)}$$

で与えられる。また、再生RF信号の振幅の代わりにアイパターンの開口部の大きさに相当する、2Tパターンの振幅VFOを記録レーザパワーの推定に用いることもできる。この場合、振幅VFOは、

$$\dots \text{式(29)}$$

ライブ装置は、デコードエラーの際に、そのデータ信号について判別手段で記録レーザパワーが不適であると判別された場合は、ビタビ復号処理で用いる振幅基準値を変更して再生動作のリトライを実行させるようにしている。これにより、記録レーザパワーが不適切であったことによりリード不能となった場合でも、リトライ時にはリード正常終了に導くことができるという効果があり、再生能力を著しく向上させることができる。

【0149】また判別手段による記録レーザパワーの適否の判別は、ヘッド手段により読み出されたデータ信号波形についてのアシンメトリ値に基づいて行うようにしている。例えば算出したアシンメトリ値が所定の範囲内の値であるか否かにより、記録レーザパワーの適否を判別する。これにより再生時に、記録時のレーザパワー状態を正確かつ簡易に判断でき、上記リトライ時の振幅基準値を変更するか否かの判断を的確に行うことができる。さらにアシンメトリ値は記録レーザパワーに比例するような相関関係があるため、アシンメトリ値により、記録時の記録レーザパワーを具体的に判断できる。例えば記録レーザパワーがどの程度適正範囲から離れていたかも判断でき、これによって振幅基準値をより精密に変更できることになる。

【0150】また本発明では、デコード手段には、再生時において、振幅基準値を適応化更新する振幅基準値適応化部が設けられていることで、再生時にも必要に応じ

て常時振幅基準値が更新され、再生能力が向上されるとともに、リトライ時には、適応化された振幅基準値をそのまま利用することで再生OKに導くことも可能となる。

【0151】また或る領域（セクター）に対する再生処理後に、続けて次の領域（セクター）の再生動作を開始する際には、その時点での振幅基準値をそのまま用いてビタビ復号処理を実行させるようにすることで、次の領域でデコードエラーとなる可能性を低くでき、これによって再生動作効率を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明が適用できるビタビ復号を用いた一般的なディスクドライブ装置のブロック図である。

【図2】マーク位置記録方法およびマークエッジ記録方法の概要の説明図である。

【図3】RLL(1, 7)符号化方法における最小磁化反転幅の説明図である。

【図4】RLL(1, 7)符号とマークエッジ記録方法によって記録されたデータの再生信号をPR(1, 2, 1)で波形等化したときのアイパターンの説明図である。

【図5】ビタビ復号方法の状態遷移の過程の説明図である。

【図6】ビタビ復号方法の状態遷移の説明図である。

【図7】ビタビ復号方法の状態遷移のトレリス線図の説明図である。

【図8】ビタビ復号器のSMUのブロック図である。

【図9】ビタビ復号器のSMUのA型ステータスメモリのブロック図である。

【図10】ビタビ復号器のSMUのB型ステータスメモリ

＊りのブロック図である。

【図11】ビタビ復号器のマージブロックにおける状態データ値の選択動作の説明図である。

【図12】ビタビ復号器で適応化される振幅基準値の説明図である。

【図13】実施の形態のドライブ装置のブロック図である。

【図14】記録レーザパワーとインパルス応答の関係の説明図である。

10 【図15】記録レーザパワーとアイパターンの関係の説明図である。

【図16】2T及び8Tパターンのエンベロープの説明図である。

【図17】2T及び8Tパターンのエンベロープにみられるアシンメトリ値の説明図である。

【図18】実施の形態における適切なアシンメトリ値範囲の説明図である。

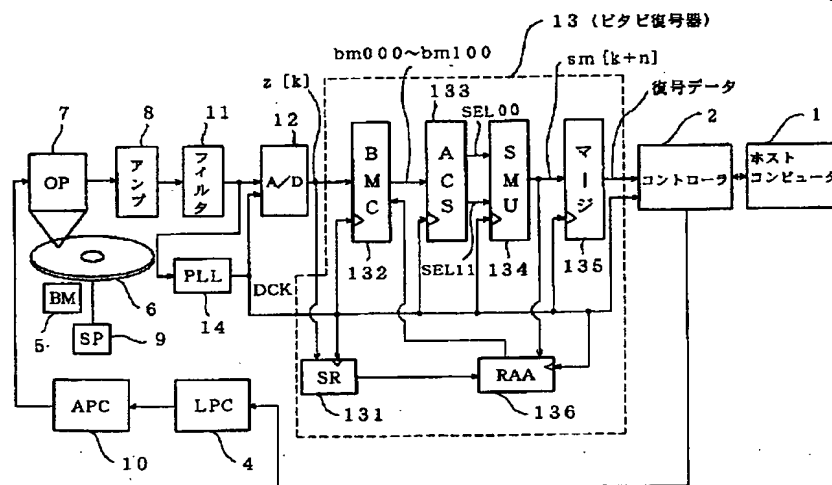
【図19】実施の形態の再生処理例のフローチャートである。

20 【図20】実施の形態の再生処理例のフローチャートである。

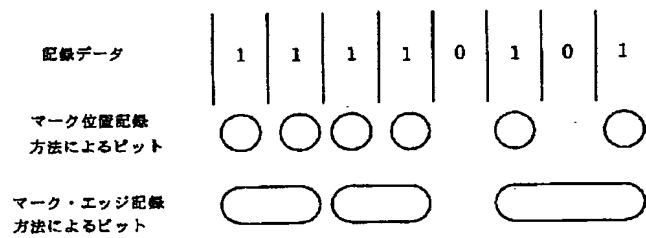
【符号の説明】

1 ホストコンピュータ、2 ドライブコントローラ、3 CPU、4 LPC、5 磁気ヘッド、6 ディスク、7 光ピックアップ、8 アンプ、9 スピンドルモータ、10 APC、11 フィルタ部、12 A/D変換器、13 ビタビ復号器、14 PLL部、131 シフトレジスタ、132 BMC、133 ACS、134 SMU、135 マージブロック、136 R

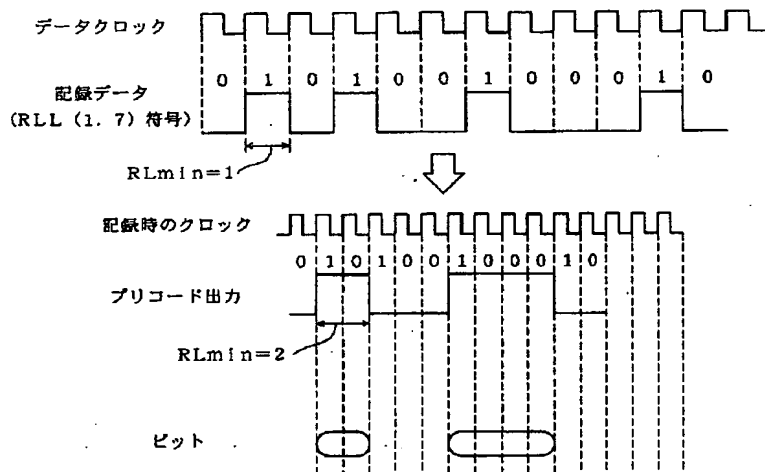
【図1】



【図2】



【図3】



【図11】

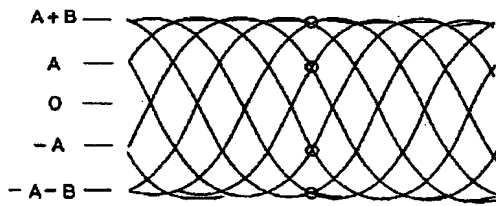
$sm[k+n-1]$	$sm[k+n]$	復号データ値
00	00	0
	01	1
01	11	0
	10	1
11	11	0
	10	1
10	00	0

【図12】

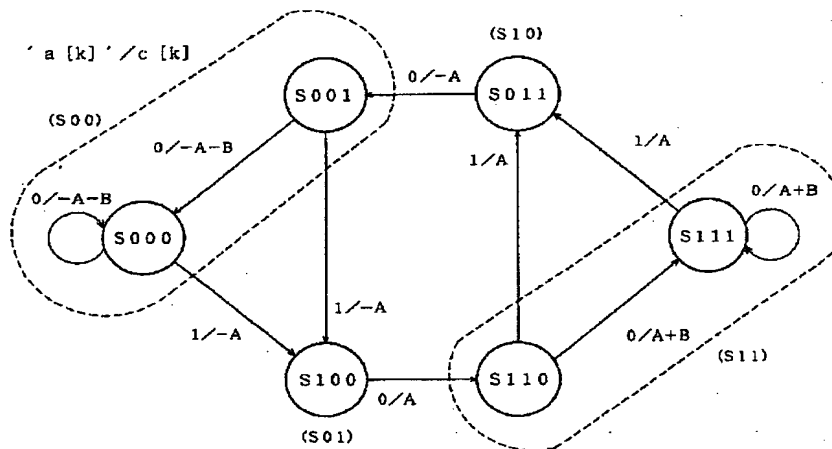
RAAブロックで更新される振幅基準値一覧

$sm[k+n-1]$	$sm[k+n]$	$cijk$
00	00	c000
	01	c001
01	11	c011
	10	c010
11	11	c111
	10	c110
10	00	c100

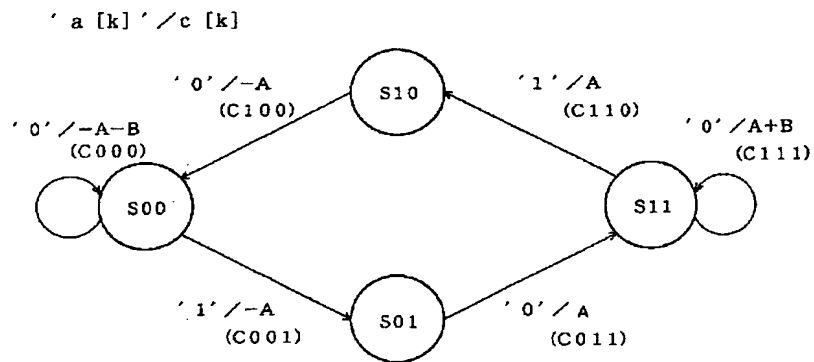
【図4】



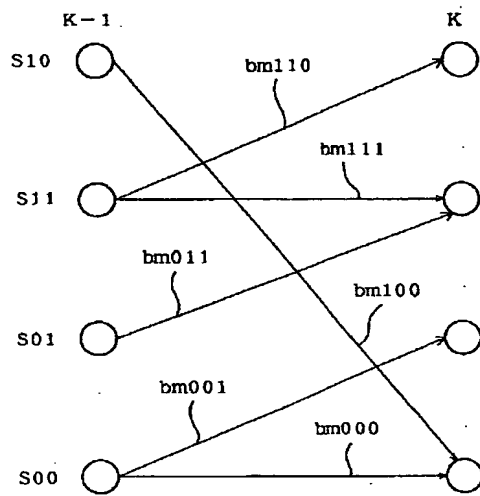
【図5】



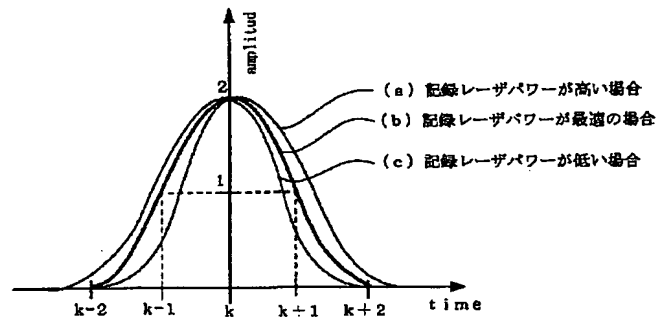
【図6】



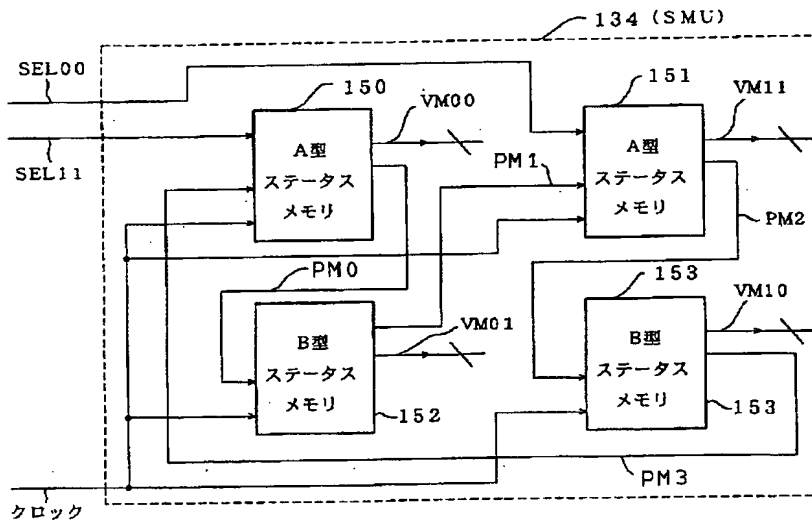
【図7】



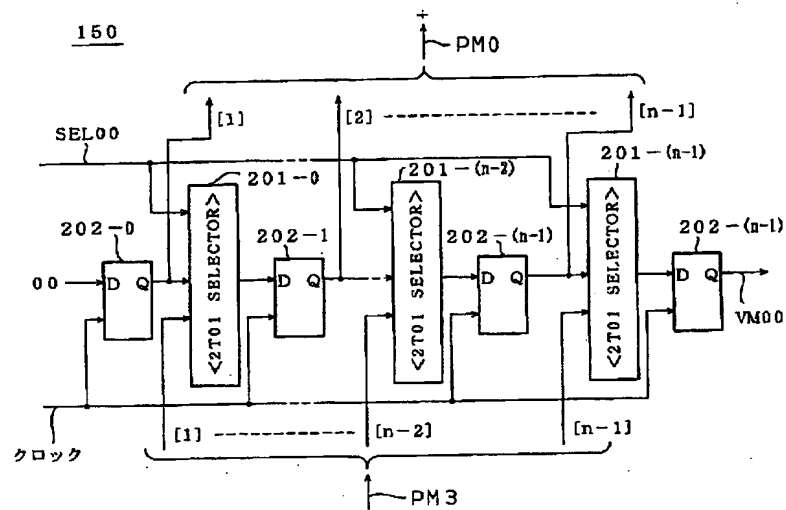
【図14】



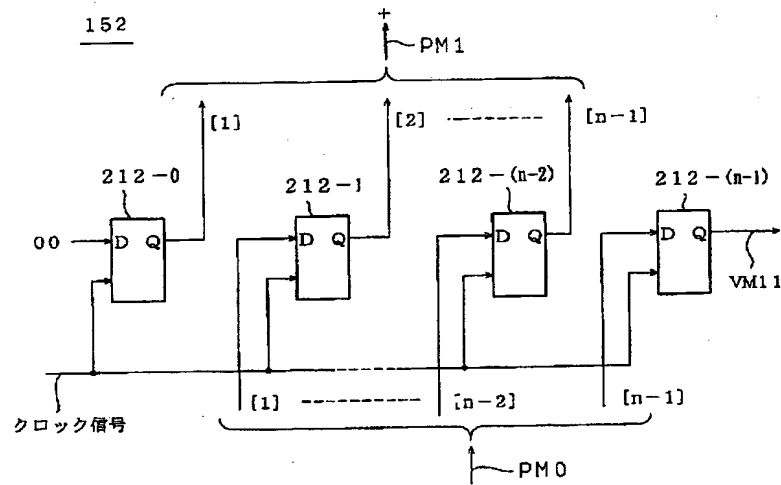
【図8】



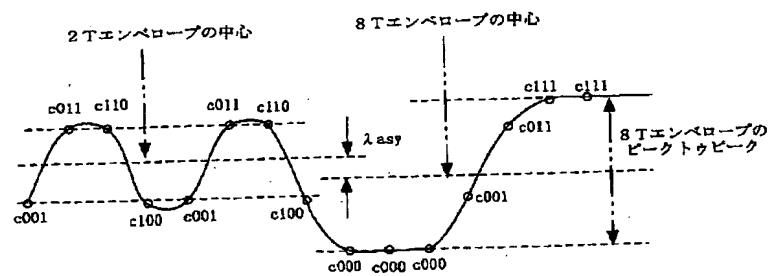
【図9】



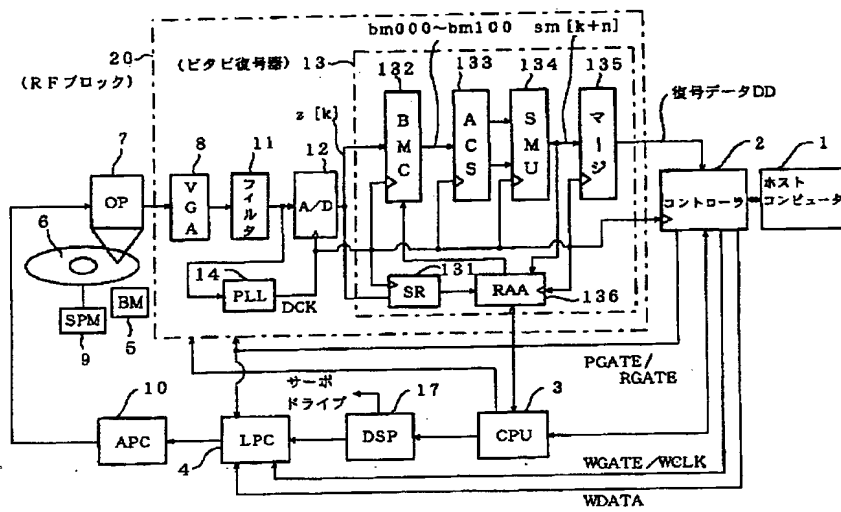
【図10】



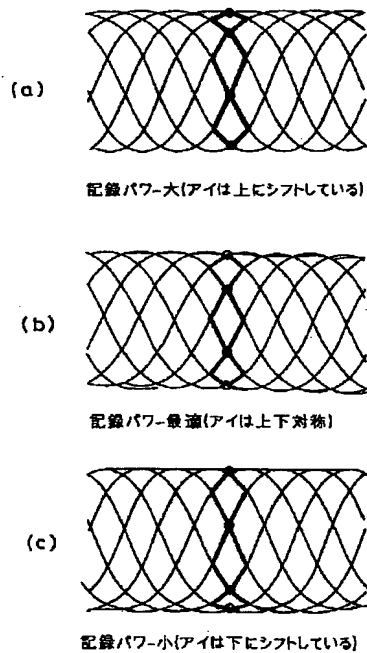
【図17】



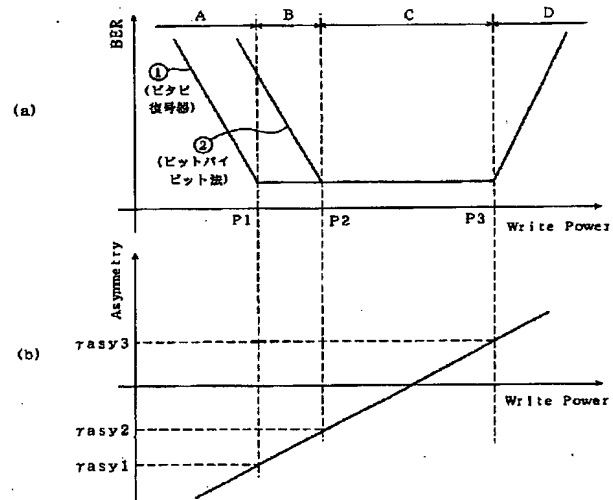
【図13】



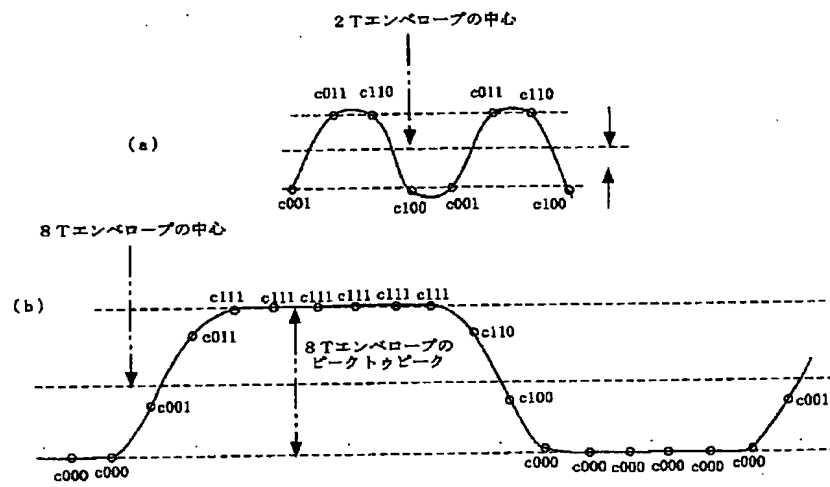
【図15】



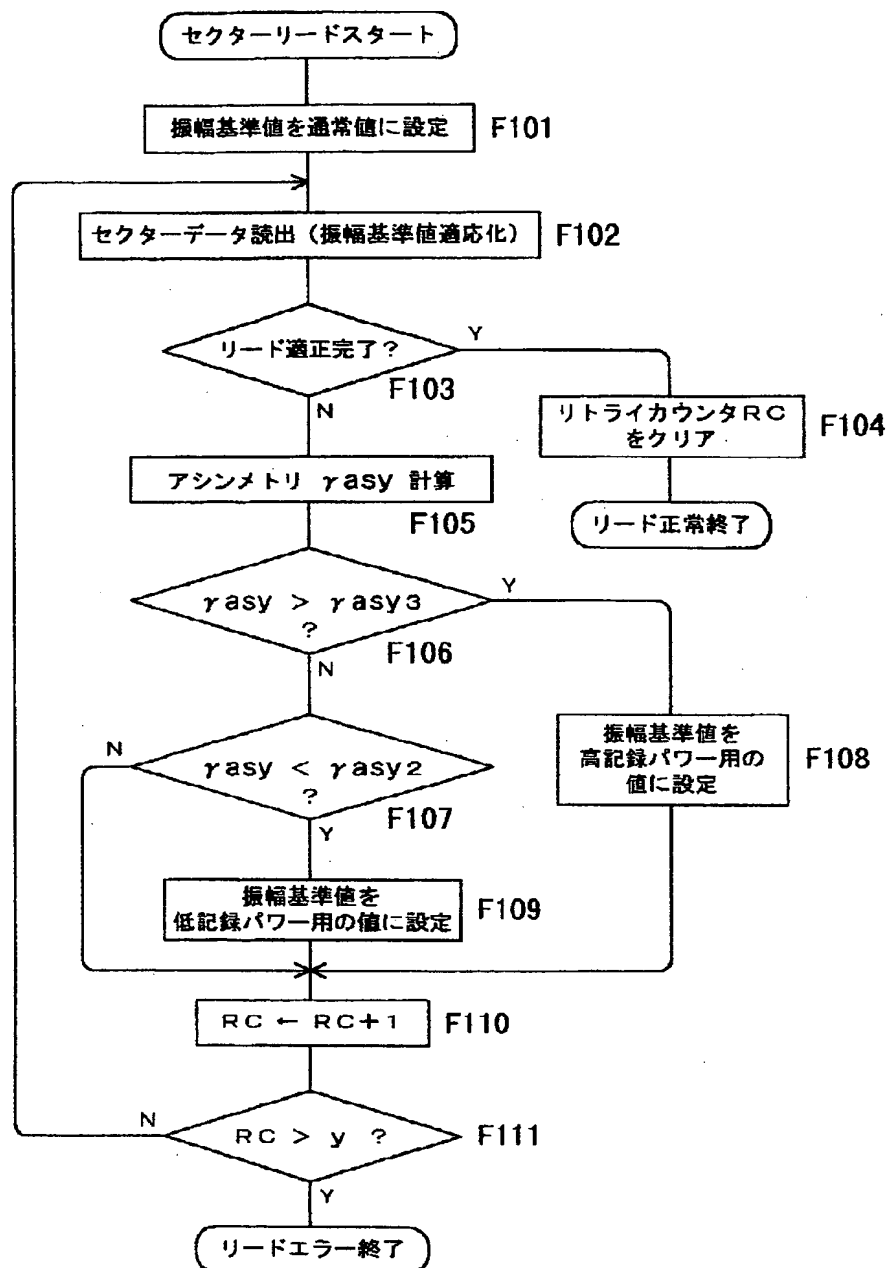
【図18】



【図16】



【図19】



【図20】

